

# **Características antropométricas, capacidad cardiorrespiratoria y calidad ósea en población con discapacidad intelectual involucrada en deporte competitivo**

**TESIS  
DOCTORAL**

Presentada por:  
**Vicente Lizondo Cortés**

Dirigida por:  
**Prof. Dr. Carlos Barrios**

FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS  
DE LA SALUD  
Departamento de Fisioterapia



Universidad  
**Católica de  
Valencia**  
San Vicente Mártir

**2020**





UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALENCIA  
SAN VICENTE MÁRTIR

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud  
Departamento de Fisioterapia



**Características antropométricas, capacidad  
cardiorrespiratoria y calidad ósea en población  
con discapacidad intelectual involucrada en  
deporte competitivo**

**TESIS DOCTORAL**

PRESENTADA POR

Vicente Lizondo Cortés

DIRIGIDA POR:

Prof. Dr. Carlos Barrios Pitarque

**2020**







Universidad  
**Católica de  
Valencia**  
San Vicente Mártir

**Dr. D. Carlos Barrios Pitarque**

Profesor Titular de Cirugía Ortopédica y Traumatología  
Director del Instituto Universitario de Investigación en Enfermedades  
Músculo-esqueléticas  
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud  
Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir

CERTIFICAN:

Que la presente Tesis Doctoral titulada “**Características antropométricas, capacidad cardiorrespiratoria y calidad ósea en población con discapacidad intelectual involucrada en deporte competitivo**” ha sido realizada bajo nuestra dirección por *D. Vicente Lizondo Cortés* dentro del Programa de Doctorado de Ciencias de la Salud de la Universidad Católica de Valencia “San Vicente Mártir” para la obtención del Título de Doctor en Fisioterapia por dicha Universidad.

Para que así conste a los efectos legales oportunos, se presenta esta Tesis Doctoral extendiendo la presente certificación en Valencia a 1 de junio de 2020.

Dr. Carlos Barrios Pitarque



# Agradecimientos

Especial mención a Carlos Barrios, Lola Escrivá y su equipo de investigación, por aportar experiencia, tiempo y medios para ayudar y hacer posible este trabajo relacionado con la inclusión, salud y el deporte.

A Vicente Herrero y todo su equipo de técnicos que como director del Área social de la Fundación Levante U.D e impulsor de la escuela de fútbol de discapacidad intelectual en el año 2012 que ha pasado de 14 deportistas a más de 150 bajo el lema "Dibujamos Sonrisas", Gracias por haberme dejado aportar un granito de arena y darme vuestro cariño durante estos cuatro años. Dejáis HUELLA por donde vais.

A todos los padres, madres, familiares y tutores legales de los deportistas por no poner ninguna objeción ni impedimentos a la totalidad de las pruebas realizadas y la confianza depositada.

A mi familia que sois el MOTOR del día a día, "OS QUIERO A-S-V "

"No tengo una discapacidad, tengo una habilidad diferente"

(Robert M. Hensel).

**DI – CAPACIDAD**



## **Acrónimos**

AAIDD: Asociación Americana de Discapacidades Intelectuales y del Desarrollo

ACSM: American College of Sports Medicine

ADF: Absorciometría dual de fotones

AFS: Absorciometría de fotones simples

CI: Cociente de inteligencia

DE: Desviación estándar

DI: Discapacidad intelectual

DMO: Densidad mineral ósea

DSM-IV-TR: Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales, cuarta edición

DXA: Absorciometría dual de rayos X

FC: Frecuencia cardiaca

FDA: Food and Drug Administration

OMS/ WHO: Organización Mundial de la Salud

PCI: Parálisis cerebral infantil

RER: Tasa de intercambio gaseoso

SD: Síndrome de Down

US: Ultrasonido

VS: Volumen sistólico



## Resumen

**Introducción:** Existen pocos datos en la literatura sobre composición corporal, capacidad cardiorrespiratoria y calidad ósea en deportistas con discapacidad intelectual (DI). El objetivo de este trabajo es, por lo tanto, determinar la composición corporal, la tolerancia al esfuerzo máximo y la calidad ósea de un grupo de jugadores de fútbol con DI.

**Material y Métodos:** *I. Antropometría:* El grupo de estudio estaba compuesto por 63 adolescentes y adultos jóvenes con DI inscritos en deportes competitivos (fútbol). Un grupo de 45 sujetos presentaban DI de variada etiología y 18 presentaban síndrome de Down (SD). La edad promedio fue de  $24,7 \pm 8,4$ . Las mediciones antropométricas de altura, peso y grosor de 7 pliegues cutáneos se realizaron siguiendo las recomendaciones de ISAK. El porcentaje de grasa corporal (%G) se calculó a partir de las ecuaciones de pliegues cutáneos de Faulkner y Juhasz. *II. Capacidad cardiorrespiratoria:* En este estudio se incluyeron 89 (17 sujetos sin DI y 72 con discapacidad: 24 SD y 48 con DI no Down). Los participantes realizaron una prueba de tolerancia al esfuerzo máximo con análisis metabólico de gases siguiendo un protocolo en rampa en cicloergómetro con incrementos de 10 Wat/min hasta la extenuación. *III. Calidad ósea:* Se estudiaron 67 jugadores de fútbol con DI: 22 con SD) y 45 con DI no-SD. La edad promedio fue de 26 años (rango: 16–50 años). Se analizó comparativamente un grupo de 25 individuos sedentarios de igual edad con DI (11 SD y 14 no-SD) y otro grupo de 20 participantes sanos del mismo grupo de edad que no participan en el fútbol competitivo. La calidad ósea fue evaluada mediante técnica de ultrasonidos en calcáneo, utilizando un densitómetro Lunar Achilles Express (GE Healthcare, Little Chalfont, Gran Bretaña). Se determinó la atenuación de ultrasonido de banda ancha (BUA), la velocidad de transmisión del sonido (SOS), el índice de rigidez y la densidad mineral ósea (DMO) estimada. El estudio fue aprobado por el comité de ética en investigación de la Universidad Católica de Valencia (UCV/2015-2016/62). Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete de software SPSS versión 21.

**Resultados:** *I. Antropometría:* No hubo diferencias de edad entre los dos grupos de discapacidad. Los individuos con SD mostraron una estatura más corta que los participantes con DI no-SD ( $158,7 \pm 6,9$  frente a  $168,2 \pm 8,9$  cm;  $p < 0.001$ ). No se encontraron diferencias entre ambos grupos de jugadores de fútbol con DI en peso, IMC, y la superficie del cuerpo. Los pliegues cutáneos de la pantorrilla, el muslo y los bíceps subescapulares fueron significativamente más gruesos en individuos con SD que en los que no tienen SD. Los participantes con SD tenían más % de grasa ( $17,8 \pm 5,8$  frente a  $14,9\% \pm 6,8\%$ ) aunque sin diferencias estadísticamente significativas. Con respecto al somatotipo, solo hubo diferencias significativas entre los dos grupos en los componentes mesomórfico y ectomórficos, siendo más bajo en sujetos con SD el mesomórfico ( $p < 0.05$ ) y mas alto el ectomórficos ( $p < 0.01$ ). *II. Capacidad cardiorrespiratoria:* En el momento de máximo esfuerzo los sujetos con DI presentaban incrementos inferiores de frecuencia cardiaca (FC) y por tanto de FC máxima inferior a las de los controles sin DI ( $p < 0.001$ ). El Consumo de oxígeno fue también inferior en sujetos con DI ( $30,5 \pm 10,8$  versus  $47,1 \pm 5,0$  ml/kg/min;  $p < 0.001$ ). El mismo comportamiento se registró en la ventilación o volumen espiratorio (VE) que se incrementó  $77,5 \pm 24,3$  l/m en los sujetos controles, y  $40,8 \pm 25,2$  ( $p < 0.001$ ) en los participantes con DI. La proporción de sujetos que alcanzaron una prueba máxima ( $RER > 1.1$ ) fue menor en el grupo con DI (23/72; 38,9%) que en el de controles (1/17; 94,1%);  $p < 0.001$ . Tanto en las pruebas submáximas como las máximas, los sujetos con SD presentaban una importante

limitación de su tolerancia al esfuerzo en comparación con los participantes con DI no-SD. *III. Calidad ósea:* No hubo diferencias en los parámetros de calidad ósea cuando los individuos sedentarios sanos se compararon con los jugadores sedentarios y de fútbol con DI. Sin embargo, la velocidad del sonido (SOS), la puntuación T y la DMO estimada tenían valores más altos en los jugadores de fútbol con DI que en el grupo de sedentarios con DI ( $p < 0,05$ ). Al comparar los jugadores de fútbol con DI con SD con los individuos sedentarios sin SD, se observaron diferencias significativas en SOS ( $p < 0.01$ ), puntuaciones T ( $p < 0.01$ ) y estimación de la DMO ( $p < 0.01$ ). Cuatro de los 45 sujetos con DI no-SD (8.9%) y ninguno de los jugadores de fútbol con SD tuvieron puntuaciones T menores de -1.5. Dos de los 14 participantes sedentarios sin SD (14.3%) tenían puntuaciones T que indicaban osteoporosis.

**Conclusiones:** El presente estudio muestra por primera vez evidencia de que los adultos jóvenes con SD involucrados en deporte competitivo tienen una masa grasa total más alta y unos niveles regionales de grasa (tronco y extremidades inferiores) mayores que los sujetos con DI no-SD. Las personas con DI analizadas en esta serie tienen bajos niveles de tolerancia cardiorrespiratoria al esfuerzo, a pesar de estar involucrados en deporte competitivo. Los individuos con Síndrome de Down tienen incluso niveles más bajos de consumo de oxígeno, ventilación máxima y eficiencia respiratoria que sus pares con DI sin SD. Respecto a la calidad ósea, la población de DI que participa activamente en fútbol competitivo mostró valores más altos de parámetros de masa ósea que el grupo de individuos sedentarios con DI y sujetos sin DI. Los participantes con DI sin SD mostraron una mayor prevalencia de osteoporosis que los jugadores de fútbol con SD. La participación en los deportes parece prevenir la pérdida ósea en individuos con identificación.

**Palabras clave:** Adiposidad. Composición Corporal. Deporte adaptado, Fútbol, Discapacidad intelectual. Síndrome de Down. Tolerancia al esfuerzo. Capacidad cardiorrespiratoria. Densidad Mineral ósea.



## Abstract

**Introduction:** There are few data in the literature concerning body composition, cardiorespiratory capacity and bone quality in athletes with intellectual disabilities (ID). The objective of this work is, therefore, to determine the body composition, the tolerance to maximum exercise and the bone quality of a group of soccer players with ID.

**Material and Methods:** *I. Anthropometry:* The study group included 63 adolescents and young adults with ID enrolled in competitive sports (football). A group of 45 subjects presented ID of varied etiology and 18 presented Down syndrome (DS). The average age was  $24.7 \pm 8.4$ . The anthropometric measurements of height, weight and thickness of 7 skin folds were made following the recommendations of ISAK. The percentage of body fat (% G) was calculated from the skin fold equations of Faulkner and Juhasz. *II. Cardiorespiratory capacity:* This study included 89 (17 without ID and 72 with ID: 24 DS and 48 with non-DS). Participants performed an exercise tolerance test with metabolic analysis of gases following a ramp protocol in cycloergometer with increments of 10 Watts/min until exhaustion. *III. Bone quality:* 67 soccer players with ID: 22 with SD) and 45 with non-SD ID were studied. The average age was 26 years (range: 16–50 years). A group of 25 sedentary individuals of equal age with ID (11 SD and 14 non-SD) and another group of 20 healthy participants of the same age group who do not participate in competitive football were analyzed comparatively. Bone quality was assessed using an ultrasound technique in the calcaneus, using a Lunar Achilles Express densitometer (GE Healthcare, Little Chalfont, Great Britain). Broadband ultrasonic attenuation (BUA), sound transmission rate (SOS), stiffness index and estimated bone mineral density (BMD) were determined. The study was approved by the research ethics committee of the Catholic University of Valencia (UCV/2015-2016/62). Statistical analyzes were performed using the SPSS version 21 software package.

**Results:** *I. Anthropometry:* There were no age differences between the two disability groups. Individuals with DS showed shorter stature than participants with non-DS ID ( $158.7 \pm 6.9$  versus  $168.2 \pm 8.9$  cm;  $p < 0.001$ ). No differences were found between both groups of soccer players with ID regarding weight, BMI, and body surface. Skinfolds of the calf, thigh and subscapular were significantly thicker in individuals with DS than in those without DS. Participants with DS had more fat % ( $17.8 \pm 5.8$  versus  $14.9\% \pm 6.8\%$ ) although without statistically significant differences. Concerning the somatotype, there were only significant differences between the two groups in the mesomorphic and ectomorphic components, with the mesomorphic being lower ( $p < 0.05$ ) in subjects with SD and the ectomorphic ( $p < 0.01$ ) higher. *II. Cardiorespiratory capacity:* At the time of maximum exercise, subjects with ID had lower increases in heart rate (HR) and therefore a maximum HR lower than those of controls without ID ( $p < 0.001$ ). Oxygen up-take was also lower in subjects with ID ( $30.5 \pm 10.8$  versus  $47.1 \pm 5.0$  ml / kg / min;  $p < 0.001$ ). The same behavior was recorded in ventilation or expiratory volume (VE) that increased  $77.5 \pm 24.3$  l/m in control subjects, and  $40.8 \pm 25.2$  ( $p < 0.001$ ) in participants with ID. The proportion of subjects who achieved a maximal test ( $RER > 1.1$ ) was lower in the group with ID (23/72; 38.9%) than in the control group (1/17; 94.1%;  $p < 0.001$ ). In both submaximal and maximal tests, subjects with DS had a significant limitation of their exercise

tolerance compared to participants with non-DS DI. *III. Bone quality:* There were no differences in bone quality parameters when healthy sedentary individuals were compared with sedentary and soccer players with ID. However, SOS, T-score and the estimated BMD had higher values in soccer players with ID than in the sedentary group with ID ( $p < 0.05$ ). When comparing soccer players with DS with sedentary individuals without DS, significant differences were observed in SOS ( $p < 0.01$ ), T-scores ( $p < 0.01$ ) and estimated BMD ( $p < 0.01$ ). Four of the 45 subjects with non-DS DI (8.9%) and none of the soccer players with DS had T scores lower than -1.5. Two of the 14 sedentary participants without DS (14.3%) had T-scores indicating osteoporosis.

**Conclusions:** The present study shows for the first time evidence that young adults with DS involved in competitive sports have a higher total fat mass and regional levels of fat (trunk and lower extremities) higher than subjects with non-DS ID. People with ID analyzed in this series have low levels of cardiorespiratory tolerance to exercise, despite being involved in competitive sports. Individuals with DS have even lower levels of oxygen up-take, maximum ventilation and respiratory efficiency than their peers with ID without DS. Regarding bone quality, the ID population that actively participates in competitive football showed higher values of bone mass parameters than the group of sedentary individuals with ID and subjects without ID. Participants with ID without SD showed a higher prevalence of osteoporosis than soccer players with DS. Participation in sports seems to prevent bone loss in individuals with identification.

**Keywords:** Adiposity, Body Composition, Adapted sport, Soccer, Intellectual disability, Down's Syndrome, Exercise Tolerance, Cardiorespiratory capacity, Bone mineral density.

# Índice

<b>I. Introducción</b>	1
<b>II. Marco Teórico</b>	9
1. Sobrepeso y Discapacidad intelectual	9
2. Aptitud Cardiorrespiratoria y Discapacidad Intelectual	19
3. Calidad Ósea y Discapacidad Intelectual	28
<b>III. Hipótesis y objetivos</b>	37
<b>Hipótesis</b>	37
<b>Objetivos</b>	37
Principales	37
Secundarios	38
<b>IV. Material y métodos</b>	39
<b>1. Estudio de la Antropometría y Composición Corporal</b>	39
A. Diseño del estudio	39
B. Participantes	39
C. Tamaño muestral	41
D. Determinación de variables antropométricas	41
E. Análisis estadístico	44
<b>2. Estudio de la Aptitud Cardiorrespiratoria</b>	45
A. Diseño del estudio	45
B. Participantes	45
C. Tamaño muestral	46
D. Recogida de datos	47
E. Análisis estadístico de datos	49
<b>3. Estudio de calidad ósea por ultrasonidos</b>	50
A. Diseño del estudio	50
B. Participantes	50
C. Tamaño muestral	52
D. Metodología para la determinación de la calidad ósea	53
D.1. Técnica de Ultrasonografía de calcáneo	54
D.2. Parámetros de calidad ósea	58
E. Análisis estadístico	59
<b>V. Resultados</b>	61

1. Estudio de Antropometría y Composición Corporal.....	61
2. Capacidad Cardiorrespiratoria .....	64
3. Calidad ósea .....	75
<b>VI. Discusión.....</b>	<b>81</b>
1. Antropometría y composición corporal de jugadores de fútbol adaptado con DI .....	81
2. Capacidad Cardiorrespiratoria en Individuos con DI involucrados en fútbol inclusivo a nivel competitivo .....	84
3. Calidad ósea en individuos con DI involucrados en fútbol inclusivo a nivel competitivo .....	91
<b>VII. Conclusiones .....</b>	<b>97</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>101</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>123</b>
<b>Publicaciones y Congresos .....</b>	<b>131</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Estudios que vinculan sobrepeso, actividad física y discapacidad.....	19
<b>Tabla 2.</b> Parámetros analizados durante la prueba de tolerancia al esfuerzo máximo.....	49
<b>Tabla 3.</b> Características antropométricas generales de la muestra.....	61
<b>Tabla 4.</b> Parámetros de adiposidad .....	62
<b>Tabla 5.</b> Componentes antropométricos generales de la muestra .....	62
<b>Tabla 6.</b> Somatotipo .....	64
<b>Tabla 7.</b> Parámetros cardiológicos, metabólicos, ventilatorios y energéticos obtenidos durante las pruebas de tolerancia al esfuerzo. ....	65
<b>Tabla 8.</b> Parámetros correspondientes a pruebas de esfuerzo máximo (RER >1.1).....	66
<b>Tabla 9.</b> Valores del cociente respiratorio (RER) en los umbrales aeróbico y anaeróbico y en el máximo esfuerzo en los tres grupos de participantes.....	72
<b>Tabla 10.</b> Número y porcentaje de sujetos que realizaron pruebas submáximas (RER<1.1) y máximas (RER>1.1) en cada uno de los grupos.....	72
<b>Tabla 11.</b> Pruebas submáximas .....	73
<b>Tabla 12.</b> Pruebas máximas (RER>1.1) .....	74
<b>Tabla 13.</b> Diferencias entre Grupo control y Síndrome de Down.....	74
<b>Tabla 14.</b> Diferencias entre Grupo control y DI no- SD.....	75
<b>Tabla 15.</b> Parámetros óseos obtenidos por QUS en los tres grupos de participantes.....	76
<b>Tabla 16.</b> Parámetros óseos obtenidos por QUS en los tres grupos de participantes.....	76

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Población incluida en el estudio antropométrico .....	40
<b>Figura 2.</b> Plicómetro, Pie de Rey, Cinta métrica. (Elaboración propia).....	42
<b>Figura 3.</b> Diámetros biestiloideo e intercondíleos de humero y fémur distal (mm). (Elaboración propia.) .....	43
<b>Figura 4.</b> Grosor de los pliegues cutáneos. (Elaboración propia.).....	43
<b>Figura 5.</b> Perímetros de brazo, muslo y pierna (cm). (Elaboración propia.) .....	44
<b>Figura 6.</b> Población incluida en el estudio de capacidad cardiorrespiratoria.....	45
<b>Figura 7.</b> Test de esfuerzo en cicloergómetro (fuente propia) .....	48
<b>Figura 8.</b> Test de esfuerzo en cicloergómetro (fuente propia) .....	48
<b>Figura 9.</b> Población incluida en el estudio de la calidad ósea. ....	52
<b>Figura 10.</b> Densitómetro Lunar Achilles Express .....	54
<b>Figura 11.</b> Hoja de recogida datos de afiliación (software) .....	55
<b>Figura 12.</b> Posición que adoptan los sujetos a estudio siguiendo especificaciones del fabricante Vista superior y lateral respectivamente del sujeto sentado. ....	55
<b>Figura 13.</b> Zona del calcáneo y de las membranas del densitómetro. ....	56
<b>Figura 14.</b> Colocación correcta del pie en el densitómetro. Posicionadores digitales del densitómetro. ....	56
<b>Figura 15.</b> PDF resultado medición sujeto. ....	57
<b>Figura 16.</b> Recogida de datos.....	58
<b>Figura 17.</b> Correlación entre el porcentaje de masa muscular y el índice de masa grasa en ambos grupos de jugadores de fútbol con DI.....	63
<b>Figura 18.</b> Gráfico de somatotipo para jugadores de fútbol con SD y DI no SD .....	64
<b>Figura 19.</b> Frecuencia cardiaca durante la prueba de esfuerzo en los tres grupos.....	67
<b>Figura 20.</b> Consumo de oxígeno (ml/kg/min) durante la prueba de esfuerzo .....	68
<b>Figura 21.</b> Volumen expirado (L/min) durante la prueba de esfuerzo .....	69
<b>Figura 22.</b> Vatios en máximo esfuerzo .....	70
<b>Figura 23.</b> METS en máximo esfuerzo .....	71
<b>Figura 24.</b> Correlación entre el nivel de discapacidad evaluado por el cociente intelectual y los valores de T-score de la densitometría.....	78
<b>Figura 25.</b> Correlación entre la suma de 7 pliegues cutáneos y los valores de SOS en la densitometría en cada subgrupo de individuos con DI.....	79

## **I. Introducción**

De acuerdo con la Asociación Americana de Discapacidades Intelectuales y del Desarrollo (AAIDD), la discapacidad intelectual está caracterizada por limitaciones significativas tanto en el funcionamiento intelectual como en la conducta adaptativa expresada en habilidades conceptuales, sociales y prácticas (AAIDD, 2010). Según el Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales, cuarta edición (DSM-IV-TR), la discapacidad intelectual (anteriormente denominada retraso mental) correspondería a un cociente de inteligencia (CI) de aproximadamente 70 o menos, es decir, aproximadamente dos desviaciones típicas por debajo de la media, teniendo en cuenta el error típico de medida de los instrumentos utilizados para su evaluación, así como sus ventajas y limitaciones. Deberán existir déficits concurrentes de adaptación en 2 de las siguientes áreas: comunicación, autocuidado, vida en el hogar, social o habilidades interpersonales, uso de recursos comunitarios, autodirección, funcional, habilidades académicas, trabajo, ocio, salud y seguridad. Todas las definiciones estipulan que el inicio de discapacidad debe ocurrir antes de la edad de 18 años (American Psychiatric Association [APA], 2000).

Los adolescentes y adultos con discapacidad intelectual (DI), especialmente aquellos con síndrome de Down (SD), muestran una tendencia bien documentada a la obesidad y el sobrepeso en comparación con la población sana (Ordoñez, Rosety y Rosety-Rodriguez, 2006; González-Agüero, Matute-Llorente, Gómez-Cabello, Vicente-Rodriguez y Casajús, 2017). Las estimaciones para la obesidad en toda la población con discapacidad intelectual DI varían del 2% al 35% (Gravestock 2000; Emerson 2005; Yamaki 2005), hasta el 50% en niños con SD (Harris, Rosenberg, Jangda, O'Brien y Gallagher, 2003). La obesidad parece ser más común en mujeres adultas con DI

y el sobrepeso es más frecuente en ambos sexos con DI (Emerson 2005; Bhaumik, Watson, Thorp, Tyrer y McGrother, 2008).

La obesidad y el aumento de la masa grasa durante la infancia son factores predisponentes para futuras enfermedades (Tato, 2001; Ebbeling, Pawlak y Ludwig, 2002; Despres y Lemieux, 2006; Maffeis y Daniels, 2016). El frecuente estilo de vida sedentario y la sobreprotección de los padres de las personas con DI aumentan el pronóstico a largo plazo del sobrepeso y la obesidad, lo que hace que esta población esté más expuesta a trastornos relacionados con la salud en la edad adulta (Florentino-Neto, Pontes, Fernandes-Filho, 2010; Curtin, Bandini, Must, Gleason, Lividini, Philips, Eliasziw, Maslin y Fleming, 2013). Por lo tanto, las personas con DI requerirían una mejor valoración de la composición corporal para prevenir futuras enfermedades (González-Agüero, Vicente-Rodriguez, Moreno, Guerra-Balic, Ara y Casajus, 2010; Bull 2011, Maiano, Normand, Aime y Begarie, 2014).

En particular, los niños y adolescentes con SD tienen un perfil de composición corporal diferente al de la población general (Myrelid, Gustafsson, Ollars y Anneren, 2002; González-Agüero y cols., 2010). Según la literatura, las diferencias entre los jóvenes con SD y sus contrapartes sin SD están relacionadas principalmente con la cantidad diferente de distribución de grasa corporal (Gonzalez-Agüero y cols., 2010). Sin embargo, los sujetos con SD muestran un porcentaje de grasa similar y un dimorfismo de género más acusado que la población sin SD. Analizando el control de la composición corporal en adolescentes con SD, diferentes intervenciones basadas en programas de entrenamiento con ejercicio físico han logrado una reducción significativa del porcentaje de grasa (Ordoñez y cols., 2006; Savucu, 2010).



Hay datos muy limitados sobre la composición corporal en atletas con discapacidad intelectual que participan en deportes competitivos (Pitetti, Baynard y Agiovlasitis, 2013).

Un primer objetivo de este trabajo será describir las características antropométricas y el perfil de composición corporal, centrándose en los niveles de adiposidad, de un grupo de jugadores de fútbol con DI que participan en competiciones de fútbol adaptado. Además, también se analizarán las desigualdades en las características antropométricas entre adultos con diferentes etiologías de DI (SD y retraso del metal no relacionado con SD). Finalmente, también se evaluará la precisión de las ecuaciones de predicción publicadas para estimar el % de grasa a partir del grosor del pliegue cutáneo en adolescentes y adultos jóvenes con discapacidad intelectual con y sin SD.

Por otra parte, la capacidad de trabajo es un predictor importante de la disminución de la salud o de las condiciones físicas de un individuo y comúnmente se mide como consumo máximo de oxígeno (Department of Health and Human Services [DHHS], 2008). Muchos estudios en individuos con DI demuestran niveles bajos de actividad física (Temple, Frey y Stanish, 2006; Hilgenkamp, Reis, Van Wijck y Evenhuis, 2012) y un bajo de consumo máximo de oxígeno (Oppewal, Hilgenkamp, Van Wijck y Evenhuis, 2013). Aunque se propone promover la actividad física como la forma más efectiva de mejorar la salud en personas con discapacidad intelectual (Robertson, Emerson, Gregory, Hatto, Turner, Kessissoglou y Hallam, 2000), es primordial entender por qué la actividad física y la capacidad de trabajo son tan bajas entre las personas con discapacidad intelectual, antes de diseñar intervenciones efectivas. Aunque los determinantes de los bajos niveles de actividad física ha sido estudiados en individuos con discapacidad intelectual (Robertson y cols., 2000; Stanish y Frey, 2008), ciertas barreras fisiológicas tales como un mayor gasto de

energía o una menor frecuencia cardíaca máxima, aún no se han investigadas sistemáticamente.

Las personas con discapacidad intelectual pueden llegar a participar en deportes a nivel competitivo. El nivel máximo de esta participación son las competiciones auspiciadas por "Special Olympics". Hay un número estimado de 3 millones de atletas olímpicos especiales (paraolímpicos en terminología ya antigua) en todo el mundo. Los deportes más populares para estos atletas son el atletismo y juegos de equipo como el fútbol, baloncesto, bolos y deportes acuáticos. Los trastornos visuales y de la audición son los impedimentos físicos que prevalecen en personas con discapacidad intelectual (Woodhouse, Adler y Duignan, 2004; Hild, Hey, Baumann, Montgomery, Euler y Neumann, 2008). Las personas con discapacidad intelectual leve pueden participar en la mayoría de los deportes y ejercitarlos a veces en conjunto con atletas que no tienen discapacidad intelectual. En general, las personas que con DI suelen puntuar más bajo que aquellos que no tienen discapacidad en las valoraciones de fuerza, resistencia, agilidad, equilibrio, velocidad de carrera, flexibilidad, y tiempo de reacción (Krebs 2000; Zetaruk y Mustapha, 2008). También se ha observado que las personas con DI tienen un ritmo cardíaco y un consumo de oxígeno máximo más bajo que sus pares sin DI (Fernhall, Pitetti, Rimmer, McCubbin, Rintala, Millar, Kittredge y Burkett, 1996).

En este trabajo se pretende también evaluar la capacidad cardiorrespiratoria de un grupo de jugadores de fútbol con DI de nivel competitivo. Distintos parámetros cardiológicos (frecuencia cardíaca, presión arterial), metabólicos (consumo de oxígeno máximo) y ventilatorios (ventilación máxima, cociente respiratorio) serán analizados durante una prueba de tolerancia al esfuerzo máximo. La capacidad cardiorrespiratoria de estos sujetos se pretende compararla con la de un grupo de sujetos con DI no deportistas, es decir, sedentarios y otro grupo de sujetos sin DI sometidos a la misma prueba

de esfuerzo. El trasfondo de esta investigación intenta valorar si la integración de personas con DI mediante deporte competitivo es capaz de mejorar las condiciones de funcionalidad cardiorrespiratoria de estos sujetos o, por el contrario, esta capacidad está limitada por la propia condición de DI.

Finalmente, las personas con DI tienen hábitos de vida, aspectos morfológicos y de composición corporal diferentes a los de la población general y que probablemente acaban influyendo en la calidad de su masa ósea. De hecho, existe suficiente evidencia clínica de que las personas con DI, incluido el síndrome de Down (SD), tienen baja densidad mineral ósea (DMO) y una mayor prevalencia de osteoporosis (Aspray, Francis, Thompson, Quilliam, Rawlings y Tyrer, 1998; Center, Beange y McElduff, 1998; Jaffe, Timmell, Eloila y Thatcher, 2005). Aspray y cols. (1998) investigaron la DMO del calcáneo de siete individuos con DI y descubrieron que todos tenían una DMO más de 2.5 desviaciones estándar por debajo del valor medio para adultos jóvenes sin DI. La DMO del calcáneo está directamente relacionada con el impacto en el talón típicamente causado por caminar u otras actividades físicas (Aspray y cols., 1998), por lo tanto, la disminución de la actividad física en los individuos con DI en comparación con los controles normales y saludables podría explicar una parte de la disminución de la DMO.

Existen factores conductuales, fisiológicos y genéticos que pueden contribuir a la baja DMO y a la osteoporosis, y pueden explicar algunas de las diferencias que existen entre las personas con y sin DI. Específicamente, la actividad física, el calcio en la dieta, la ingesta de vitamina D, el tabaquismo, los antecedentes familiares y la menopausia en las mujeres están relacionados con la salud ósea (Nordstrom P., Nordstrom G. y Lorentzon, 1997; Robitaille, Yoon, Moore, Liu, Irizarry-Delacruz, Looker y Khoury, 2008; Franklin, Englund, Ingvarsson y Lohmander, 2010). Se ha demostrado

repetidamente que las personas con DI y SD no realizan suficiente actividad física para lograr beneficios para la salud (Stanish, Temple y Frey, 2006). Utilizando medidas objetivas, varias investigaciones han indicado que, en general, los adultos con DI y SD no cumplen con los estándares mínimos recomendados para la actividad física (Aspray y cols., 1998; Draheim, Williams y McCubbin, 2002; Stanish y Drsheim, 2005). También se sabe que las personas con DI consumen bajas cantidades de calcio y vitamina D, lo que puede contribuir a la baja DMO observada en esta población (Luke, Sutton, Schoeller y Roizen, 1996; Molento, Smit, Mills y Huskisson, 2000; Zubillaga, Garrido, Mugica, Ansa, Zabalza y Emparanza, 2006). Aunque se necesita mucho más trabajo en esta área, parece que los bajos niveles de actividad física y la ingesta dietética deficiente podrían poner a las personas con DI y SD en riesgo de osteoporosis.

Cabe señalar que las implicaciones genéticas específicas del SD, tales como la formación alterada de colágeno, pueden condicionar un deterioro del desarrollo óseo que no se observa en individuos con DI por otras causas (Hattori, Fujiyama, Taylor, Watanabe, Yada, Park y cols. 2000; Parsons, Ryan, Reeves yRichtsmeier, 2007). Por lo tanto, es importante examinar a las personas con SD como un grupo particular cuando se realizan estudios de salud ósea en personas con DI. Sin embargo, no hay estudios suficientes para afirmar que las personas con SD tienen una alteración del metabolismo óseo, aunque tienen factores de riesgo para el desarrollo de hipovitaminosis D. Hay autores que piensan que las personas con SD tienen, en líneas generales, una «aceptable salud ósea», aunque es probable que pueda verse influida por las condiciones de cuidado y atención que reciba este colectivo (García-Hoyos, Riancho y Valero, 2017).

El propósito final de este estudio será evaluar la calidad ósea de jugadores de fútbol con DI, con y sin SD, e investigar si la DMO está aumentada en estos sujetos en relación con otros con y sin DI de vida

más sedentaria. El fútbol es un deporte de impacto o carga en las extremidades inferiores, por lo que, probablemente, los individuos que lo practiquen de modo regular tengan niveles de DMO más elevados. El deporte constituiría en estos casos un método de prevención del deterioro de la masa ósea que se presume en las personas con DI.



## **II. Marco Teórico**

### **1. Sobrepeso y Discapacidad intelectual**

Durante las últimas décadas, la esperanza de vida de las personas con discapacidad intelectual (DI) ha aumentado considerablemente y sigue tendencias crecientes similares a las que se encuentran en la población general, excepto las que tienen síndrome de Down o epilepsia y/o discapacidades graves y múltiples (Patja, Livanainen, Vesala, Oksanen y Ruoppila, 2000; Coppus, 2013; Hosking, Carey, Shah, Harris, DeWilde, Beighton y Cook, 2016). Sin embargo, datos del Reino Unido refieren una mortalidad significativamente mayor entre individuos con DI en comparación con la población general. La mediana de la edad de muerte de los individuos masculinos y femeninos con DI es de 65 y 63 años, respectivamente, en comparación con 78 y 83 años en la población general (Heslop, Blair, Fleming, Hoghton, Marriott y Rus 2014; Hosking y cols., 2016). Según estos informes, las causas más comunes de muerte entre las personas con DI son las enfermedades cardiovasculares, las enfermedades respiratorias y las neoplasias (Patja, Molsa e Ilivanainen, 2001; Janicki, Davidson, Henderson, McCallion, Taets, Force, Sulkes, Frangenberg y Ladrigan, 2002). En un trabajo con un seguimiento de 35 años, Patja y cols. (2001) mostraron que el patrón de mortalidad por distintas enfermedades era más alto hasta los 40 años, pero no aumentó después de esa edad, lo que indica que las personas mayores con DI tenían un patrón de mortalidad similar al de la población general.

Por lo tanto, los profesionales de la salud se enfrentan a nuevos desafíos, ya que la falta de atención médica de buena calidad es un factor importante que contribuye a la mortalidad en esta población (Heslop y cols., 2014; Hosking y cols., 2016). Más de un tercio de los adultos en el mundo tienen sobrepeso u obesidad (36.9% hombres y

38.0% mujeres) (Ng, Fleming, Robinson, Thomson, Graetz, Margono y cols., 2014). Los datos sobre la población de EEUU, recopilados de National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), han indicado que la prevalencia de obesidad se había más que duplicado del 15% en 1980 al 34% en 2006 (Ogden, Carroll, McDowell y Flegal, 2007). Parece lógico pensar que hay una tendencia similar a un aumento en la prevalencia de sobrepeso y obesidad en adultos con DI.

Aunque los datos de muestras representativas a nivel nacional son bastante escasos, la mayoría de los países tienen tendencias crecientes de obesidad (Nishida y Mucavele, 2005; Nguyen y El-Serag, 2010). Es bien sabido que las personas obesas tienen un mayor riesgo de todas las causas de muerte y varias afecciones de salud, como hipertensión, hipercolesterolemia, diabetes mellitus, enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular, cáncer, osteoartritis, etc. (Bhaskaran, Douglas, Forbes, Dos-Santos-Silva, Leon y Smeeth, 2014; National Heart, Lung, and Blood Institute, 1998, 2013). Dado que la obesidad es una preocupación creciente en la población con DI, los proveedores de servicios sociales y de salud que trabajan con esta población y sus familias deben ser más proactivas. Deben comprender rápidamente los factores de riesgo y las intervenciones oportunas necesarias para abordar sus particulares perfiles de riesgo. Esto requiere una mejor comprensión de los factores de riesgo asociados con la obesidad en esta población para que se puedan realizar intervenciones oportunas

En las últimas tres décadas, se ha realizado una cantidad considerable de investigación sobre la prevalencia de sobrepeso y obesidad entre jóvenes que presentan diversas discapacidades o necesidades especiales (Allison, Packer-Munter, Pietrobelli, Alfonso y Faith, 1998; Ells, Lang, Shield, Wilkinson, Lidstone, Coulton y Summerbell, 2006; Rimmer, Rowland y Yamaki, 2007; Minihan y Fitch, 2007; Holcomb, Pufpaff y McIntosh 2009; Reinehr, Dobe, Winkel,



Schaefer y Hoffmann, 2010). Sin embargo, no se ha examinado tan de cerca la prevalencia de sobrepeso/obesidad en niños y adolescentes con discapacidad intelectual; es decir, aquellos caracterizados por un déficit en su capacidad intelectual acompañado por un déficit en el funcionamiento adaptativo (American Psychiatric Association, 2000, 2015).

La primera revisión narrativa sobre este tema, publicada en 2011 (Mañano, 2011) informó una prevalencia de sobrepeso excluyendo obesidad que varía del 11% al 25%, y una prevalencia de obesidad del 7% al 36% en niños y adolescentes con DI. Desde entonces, cinco revisiones adicionales han resumido la investigación sobre la prevalencia de sobrepeso y/u obesidad en niños y/o adolescentes con DI (Casey y Rasmussen, 2015) u otras discapacidades del desarrollo. La categorización de las discapacidades del desarrollo es más amplia que la de DI e incluye el síndrome del cromosoma X frágil, el síndrome de Down, los trastornos generalizados del desarrollo, los trastornos del espectro alcohólico fetal, la parálisis cerebral y la DI (; Gronghuis y Aman, 2013; McGillivrey, McVilly, Skouteris y Boganin 2013; Must, Curtin, Hubbard, Sikich, Bedford y Bandini, 2014; Bandini, Danielson, Esposito, Foley, Fox, Fox, Frey, Fleming, Krahn, Must, Porretta, Rodgers, Stanish, Urv, Vogel y Humphries, 2015). Sin embargo, entre los trabajos que se incluyen en estas revisiones, solo un número limitado de estudios se centran específicamente en niños y/o adolescentes con DI.

Además, estas revisiones adolecen de importantes limitaciones. En primer lugar, cinco de estas revisiones (Mañano, 2011; Gronghuis y Aman, 2013; Must y cols., 2014; Casey y cols., 2015; Bandini y cols., 2015) no fueron sistemáticas, y la única revisión sistemática (McGillivrey y cols., 2013) se limitó a la relación entre los factores parentales y la obesidad en niños y/o adolescentes con discapacidad del desarrollo. En segundo lugar, solo dos revisiones han incluido

estudios que comparan la prevalencia de sobrepeso u obesidad entre niños y/o adolescentes con DI y sus pares sin DI (Maïano, 2011; Gronghuis y Aman, 2013). Además, ambas revisiones incluyeron muy pocos estudios comparativos de este tipo. Finalmente, ninguna revisión ha examinado cuantitativamente si la heterogeneidad observada en la prevalencia de sobrepeso/obesidad de niños y/o adolescentes con DI podría atribuirse a las características de los participantes (por ejemplo, edad, sexo, severidad de DI, síndromes genéticos, región geográfica o entorno de reclutamiento) o los métodos de evaluación (por ejemplo, normas utilizadas para definir el sobrepeso y la obesidad y la medición de la estatura y el peso).

Una revisión sistemática más reciente analizó la prevalencia de sobrepeso y obesidad en adolescentes con DI y los factores de riesgo de sobrepeso/obesidad en esta población en comparación con los de población sin discapacidad (Maïano, Hue, Morin y Moullec. 2016). En esta búsqueda sistemática de literatura se analizaron un total de 16 estudios publicados entre 1985 y 2015. La prevalencia de sobrepeso, sobrepeso-obesidad y obesidad fueron respectivamente el 18% (13% –24%), 33% (15% –51%) y 15% (2% –28%). Respecto al sobrepeso, las prevalencias más altas se observaron en estudios procedentes de Australia (Krause, Ware, McPherson, Lennox y Ocallaghan, 2016) y EE. UU. (Foley, Lloyd, Vogl y Temple, 2014), y las relativas a obesidad se encontraron en estudios de EE. UU. (Foley y cols. 2014) y Turquía (Nogay, 2013). Las estimaciones más bajas de prevalencia de sobrepeso se observaron en estudios realizados en Francia (Mikulovic, Marcellini, compte, Duchateau, Vanhelst, Fardy y Bui-Xuan, 2011) y Corea del Sur (Choi, Park, Ha y Hwang, 2012), y estudios de obesidad en Francia (Mikulovic y cols. 2011; Bégarie, Maïano, Leconte y Ninot, 2013). Los hallazgos también mostraron adolescentes con discapacidades intelectuales para ser respectivamente 1.54 y 1.80

veces más en riesgo de sobrepeso y obesidad que los adolescentes en desarrollo.

Otra revisión sistemática reciente recoge la prevalencia de sobrepeso y obesidad en población con DI durante la última década y también los factores de riesgo asociados con esta condición (Rajan, Nasser y Fisher, 2017). Muchos de los estudios se basaron en revisiones de encuestas, y no se puede ignorar que el sesgo subjetivo y el subdiagnóstico pueden haber influido en una subestimación de la prevalencia de obesidad. Una comparación directa entre individuos con y sin DI que faltaba en varios estudios también podría haber afectado los resultados. La mayoría de los estudios revisados utilizaron el IMC para evaluar la prevalencia del estado de sobrepeso/obesidad, lo que es cuestionable en cuanto a la precisión con la que se refleja la composición corporal o la distribución de grasa en personas con discapacidad intelectual, que a menudo muestran una especial antropometría en comparación con personas sin DI (de Lopes, Ferreira, Pereira, da Veiga y Marins, 2008). No obstante, los datos longitudinales de la población general ilustran una relación lineal entre la morbilidad y el IMC y una relación en forma de J o U entre el IMC y la mortalidad (Flegal, Kit, Orpana y Graubard, 2013). Si se piensa que la relación entre el IMC y la morbilidad/mortalidad es la misma en la población con DI que en la población general, los individuos con DI tienen un riesgo aún mayor. Esto se debe a varias razones, como la mala alimentación resultante de la elección de alimentos sin restricciones, así como a la actividad física limitada o nula, junto con la falta de educación adecuada sobre la prevención y el manejo de enfermedades, así como el acceso a servicios de atención médica (Jobling, 2001; Braunschweig, Gomez, Sheean, Tomey, Rimmer y Heller, 2004; Emerson, 2005).

La evidencia muestra que la obesidad es una preocupación mayor, especialmente en ciertos subgrupos de personas con

discapacidad intelectual, como las mujeres, las personas mayores y aquellos con un nivel menos grave de DI, así como las personas con ciertos diagnósticos (p.ej., síndrome de Down). El consumo de medicamentos que causan aumento de peso (principalmente antipsicóticos) es alto en esta población (Matson y Mahan, 2010). Por lo tanto, es importante que los profesionales de la salud aborden posibles medicamentos alternativos que no causen aumento de peso o, cuando sea posible, estrategias de comportamiento que puedan reemplazar o reducir el uso de medicamentos (por ejemplo, dieta, ejercicio).

Para los adultos con DI, un entorno de vivienda en comunidad facilitaría una supervisión más estrecha de la ingesta de alimentos, mayores oportunidades para estar físicamente activo y un control más cercano del peso. Por lo tanto, es probable que las personas que viven en entornos menos restrictivos sean más propensas a ser obesas que las que viven en entornos más supervisados (Bhaumik y cols., 2008; Lewis M.A., Lewis C.E., Leake, King y Lindemann, 2002). El conocimiento limitado sobre el riesgo y el manejo de la obesidad entre los cuidadores y la falta de apoyo para mejorar su salud empeora aún más este problema (Bhaumik y cols., 2008). Stancliffe y cols. (2011), entre otros, enfatizan el apoyo a las personas con DI para continuar viviendo en sus entornos preferidos y ayudarles a alcanzar y mantener un peso saludable. Sin embargo, la revisión se enfocó exclusivamente a estudios con muestra de adultos, y no se obtuvieron datos de niños y/o adolescentes. Se requiere por tanto más investigación dirigida a identificar factores adicionales asociados con el sobrepeso y/o la obesidad en adolescentes con DI.

Si bien las estimaciones de prevalencia de sobrepeso y obesidad entre adultos con discapacidad intelectual son bastante amplias, los hallazgos no son concluyentes en cuanto a si la prevalencia es comparable o no comparable a la población general. Los investigadores

han identificado que el género femenino, el aumento de la edad, tener cierto diagnóstico, discapacidad intelectual leve, vivir independientemente / con la familia, consumir ciertos medicamentos recetados y no participar en actividades físicas, como algunos de los factores que aumentan la susceptibilidad de tener sobrepeso u obesidad en esta población

Investigadores de todo el mundo han informado que la prevalencia de sobrepeso y obesidad entre los adultos con discapacidad intelectual es del 28% al 71% y del 17% al 43%, respectivamente (Bhaumik y cols., 2008; Melville, Cooper, Morrison, Allan, Smiley y Williamson, 2008; Wallace y Schluter, 2008; Sohler, Lubetkin, Levy, Soghomonian y Rimmerman, 2009; de Winter, Magilsen, Van Alfen, Penning y Evenhuis, 2009; Stedman y Leland, 2010; Martínez-Leal, Salvador-Carulla, Linehan, Walsh, Weber, Van Hove, Määttä, Azema, Haveman, Buono, Germanavicius, Van Schrojenstein Lantman-de Valk, Tossebro, Carmen-Câra, Moravec Berger, Perry y Kerr, 2011; de Winter, Bastiaanse, Hilgenkamp, Evenhuis y Echteld, 2012; Barnes, Howie, McDermott y Mann, 2013; Haider, Ansari, Vaughan, Matters y Emerson, 2013; Hsieh, Rimmer y Heller, 2014; Temple, Foley y Lloyd, 2014; Mikulovic, Vanhelst, Salleron, Marcellini, Compte, Fardy y Bui-Xuan, 2014; Koritsas y Lacono, 2016; Emerson, Hatton, Baines y Robertson, 2016;). La evidencia es mixta sobre si la prevalencia de sobrepeso y obesidad es similar o proporcionalmente mayor o menor para las personas con discapacidad intelectual en comparación con la población general. Mientras que algunos investigadores han encontrado una mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad entre las personas con discapacidad intelectual que la población sana general (Melville, Hamilton, Hankey, Miller y Boyle, 2007; Melville y cols., 2008; de Winter y cols., 2012; Haider y cols., 2013; Emerson y cols., 2016), otros informan que solo la prevalencia de obesidad y obesidad mórbida es más alta que la población general (Hsieh y cols., 2014).

Además, un informe (Stancliffe, Lakin, Larson, Engler, Bershadsky, Taub, Fortune y Ticha, 2011) destacó la misma prevalencia de obesidad que la población general, y otro encontró que las personas con discapacidad intelectual severa o profunda tienen significativamente más probabilidades que sus pares de tener bajo peso (Hsieh y cols., 2014).

### **Antropometría, tipo y nivel de discapacidad**

Entre los grupos de diagnóstico, los investigadores (Bhaumik y cols., 2008; Stancliffe y cols., 2011; Hsieh y cols., 2014) han informado que tener síndrome de Down se asoció significativamente con obesidad y obesidad mórbida, y que tener parálisis cerebral se asoció con una probabilidad considerablemente menor de ser obeso. Si bien, por un lado, los adultos con síndrome de Down tenían más del doble de riesgo de obesidad (SMR 1.39), también tenían más probabilidades de tener bajo peso (SMR 2.17) (Bhaumik y cols., 2008). La prevalencia de obesidad en individuos con discapacidad intelectual de etiología desconocida y aquellos con autismo / PDD osciló entre 28% y 38% (Hsieh y cols., 2014; de Winter y cols., 2012).

Se ha observado que los adolescentes con síndrome de Down tienen significativamente más sobrepeso que sus pares en edad sin SD (Reinehr y cols 2010; Grondhuis y Aman 2013; Must y cols., 2014; Casey y Rasmussen, 2015).

Algunos autores explican estas diferencias por que los adolescentes con SD tienen una masa libre de grasa más baja (González-Agüero, Ara, Moreno y Casajus, 2011) y unas tasas basales de metabolismo inferiores a las de individuos sin SD (Luke y cols., 1996; Hill, Parks, Zemel Shults, Stallings y Stettler, 2013). Además, según Reinehr y cols. (2010) los adolescentes con SD tienen una predisposición a comer en exceso, porque las regiones cerebrales que son responsables de la regulación del peso (hipotálamo) podrían estar

dañadas en estos individuos (Luke y cols., 1996; Van Mil, Westerterp, Kester y Saris, 2001). El último metaanálisis publicado (Maïano y cols., 2016) demuestra que el riesgo de sobrepeso adolescentes con discapacidad es casi el doble del riesgo de sobrepeso y obesidad que sus contrapartes sin discapacidad. Este resultado es consistente con hallazgos de revisiones anteriores (Gronghuis y Aman, 2013; Must y cols., 2014). Todos estos datos muestran que la obesidad representa una seria amenaza para la salud de esta población y merece más atención por parte de médicos y gestores sanitarios.

Los investigadores han informado constantemente que la discapacidad intelectual grave o profunda se asocia con el bajo peso y que la discapacidad intelectual relativamente leve se asocia con el sobrepeso y la obesidad; también causa un mayor riesgo de obesidad en comparación con el sobrepeso (Melville y cols., 2007; Bhaumik y cols., 2008; Stancliffe y cols., 2011; de Winter y cols., 2012; Hsieh y cols., 2014). Hsieh y cols. (2014), sin embargo, no encontraron ninguna diferencia significativa en la prevalencia de obesidad mórbida en los niveles de discapacidad intelectual.

### **Sobrepeso, actividad física y discapacidad**

En comparación con la población general, la falta de ejercicio y la menor participación en la actividad física recomendada es mucho más frecuente entre los individuos con DI (Bhaumik y cols., 2008; de Winter y cols., 2009; Barnes y cols., 2013; Haider y cols., 2013; Hsieh y cols., 2014; Mikulovic y cols., 2014; Koritsas y Lacono, 2016). La tabla1 recoge los estudios más relevantes sobre este aspecto. Como se esperaba, las personas que participaban en ciclismo, trotar/correr, baloncesto y actividades al aire libre tenían un IMC significativamente más bajo en comparación con aquellos que no realizaban estas actividades (Barnes y cols., 2013). Curiosamente, otros (Mikulovic y cols., 2014) concluyeron que los adultos con sobrepeso con

discapacidad intelectual pasaban menos tiempo siendo sedentarios que los adultos sin discapacidad intelectual, y que tener padres que no practican deportes era un fuerte predictor de obesidad probablemente a través de hábitos alimentarios y de comportamiento desfavorables.

En consecuencia, la prevalencia del sobrepeso y la obesidad en adolescentes con DI sigue siendo un área de discusión y aún quedan lagunas e inconsistencias en el conocimiento, especialmente en lo que se refiere a individuos con DI involucrados regularmente en deporte. Todavía se desconoce en qué medida el deporte regular es capaz de limitar el riesgo de sobrepeso, sobrepeso-obesidad u obesidad en adolescentes y adultos jóvenes con DI. En este contexto, una mejor estimación de este problema crítico de salud pública en niños y adolescentes con DI animaría a los académicos, profesionales y responsables políticos a desarrollar más programas de intervención en el estilo de vida (es decir, dieta saludable, actividad física, promoción de la salud-educación y modificación del comportamiento) diseñados para abordar o manejar problemas de peso en esta población.



**Tabla 1.** Estudios que vinculan sobrepeso, actividad física y discapacidad.

<b>Autores</b>	<b>Hallazgos</b>
Barnes y col. (2013)	• La participación en bicicleta ( $p = .037$ ) y trotar / correr ( $p = .0208$ ) se asoció con un IMC significativamente menor.
Bhaumik y col. (2008)	• La obesidad se asoció con la capacidad de alimentar / beber sin ayuda (OR = 0.40, IC 95% = 0.19-0.86, $p = .02$ ).
de Winter y col. (2012)	• Personas físicamente inactivas (<7500 pasos / día) con discapacidad intelectual> en riesgo de sobrepeso u obesidad ( $p < .05$ ).
Haider y col. (2013)	• Las personas con discapacidad intelectual eran significativamente más propensas que sus pares a tener estilos de vida sedentarios (31.1% vs. 5.3.%).
Hsieh y col. (2014)	• Participar en una actividad física menos moderada (OR = 0.89, IC 95% = 0.79–0.99, $p < .05$ ) asociado con > obesidad.
Mikulovic y col. (2014)	• Práctica deportiva regular fuera de la institución y evitación del alcohol <incidencia de sobrepeso y / u obesidad.
Li y col. (2015)	• Las probabilidades de ser obeso fueron 2.47 veces> en atletas estadounidenses versus atletas chinos con discapacidad intelectual (IC 95% = 1.517, 4.052, $p < .001$ ).

## 2. Aptitud Cardiorrespiratoria y Discapacidad Intelectual

### Valoración de la Aptitud Cardiorrespiratoria

La capacidad del sistema circulatorio y respiratorio para suministrar oxígeno a los músculos durante la actividad física sostenida se denomina aptitud cardiorrespiratoria (DHHS, 2008). Una pobre capacidad respiratoria es un importante factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares y consecuentemente de mortalidad (World Health Organization [WHO], 2007; DHHS, 2008; Lee, Artero, Sui y Blair, 2010;). Las enfermedades cardiovasculares son la causa número uno de discapacidad y morbilidad prematura y de mortalidad en todo el mundo (WHO, 2007). En individuos con DI se ha descrito niveles bajos de actividad física (Temple cols., 2006; Peterson, Janz y Lowe, 2008; Hilgenkamp, van Wijck y Evenhuis, 2012b) y de aptitud cardiorrespiratoria (Fernhall y Pitetti, 2001; Mendonca, Pereira y Fernhall, 2010). Estos hechos predisponen a la población con DI a un riesgo más alto de enfermedades cardiovasculares.

La medida estándar para expresar la aptitud cardiorrespiratoria es el consumo de oxígeno máximo ( $\text{VO}_2\text{max}$ ), que se define como el máximo consumo de oxígeno lograda durante una prueba de esfuerzo máximo, en el cual se utiliza una masa muscular suficientemente grande. Es el producto del gasto cardíaco máximo y la diferencia arterio-venosa de oxígeno. Las variaciones en el  $\text{VO}_2\text{max}$  se deben principalmente a las diferencias en el gasto cardíaco máximo (Kaminsky, 2010), que es el producto de la frecuencia cardíaca (FC) y el volumen sistólico (VS) (Powers y Howley, 2007). Durante una prueba de esfuerzo máxima, se puede considerar como  $\text{VO}_2\text{max}$  cuando se alcanza una meseta en el consumo de oxígeno a pesar de un aumento en la tasa de trabajo. Este es el criterio primario. Sin embargo, cuando no se alcanza esta meseta, hay criterios secundarios para verificar si se alcanza el  $\text{VO}_2\text{max}$  (al menos dos de estos tres criterios se deben cumplir): (a) una meseta en la FC con un incremento de la intensidad de trabajo o una FC dentro de 10 latidos de la FC máxima estimada ( $\text{FC}_{\text{max}}$ ); (b) un cociente respiratorio ( $\text{RER}$ )  $> 1.0$ , y (c) niveles muy altos de ácido láctico en los minutos siguientes al ejercicio (Fernhall, Tymeson, Millar y Burkett, 1989; Howley, Bassett y Welch, 1995; Powers y Howley, 2007). Cuando estos criterios no se cumplen, el mayor consumo de oxígeno durante la prueba se llama  $\text{VO}_2$  maximo. En individuos con DI, los resultados de la prueba a menudo se informan como  $\text{VO}_2$  maximo, lo que significa que han alcanzado el agotamiento subjetivo, es decir, el punto que el participante siente que no puede continuar (Pitetti, Rimmer y Fernhall, 1993).

Idealmente, el  $\text{VO}_2\text{max}$  se mide directamente con una prueba de esfuerzo máxima en un tapiz rodante o en un ciclómetro con un circuito abierto de espirometría bajo condiciones estándar (Kaminsky, 2010). Sin embargo, dependiendo de la población estudiada y del equipamiento disponible, se podría considerar válido una prueba de

esfuerzo submaximo. En estos casos, el VO<sub>2</sub>max se estima basándose en la relación entre FC y la intensidad de la carga de trabajo. Estas estimaciones se apoyan en el supuesto de que (a) se obtiene repetidamente una FC estable para cada carga de trabajo, (b) la relación entre la FC y la carga o intensidad de trabajo es lineal, (c) la carga de trabajo máxima alcanzada es indicativa para VO<sub>2</sub>máx, (d) la máxima FC por edades es uniforme, (e) VO<sub>2</sub> para una determinada carga de trabajo es la misma para todos, y (f) que el participante no se encuentre bajo los efectos de una medicación que altere la FC (Kaminsky, 2010). Las ecuaciones desarrolladas para estimar el VO<sub>2</sub>max o la FCmax están basadas en datos obtenidos de la población general, y se ha comprobado que estas ecuaciones sobrestiman el VO<sub>2</sub>max y la FCmax en individuos con DI (Kittredge, Rimmer y Looney, 1994; Draheim, Laurie, McCubbin y Perkins, 1999; Fernhall y Pitetti, 2001;).

### **Particularidades de la Aptitud Cardiorrespiratoria en Individuos con DI**

Para una evaluación válida y fiable de la capacidad cardiorrespiratoria de individuos con DI, es importante que el participante sea capaz de comprender y ejecutar los procedimientos requeridos durante la prueba. Por lo tanto, la familiarización con el protocolo debe realizarse antes de la prueba real, tanto en pruebas máximas como submáxima (Pitetti y cols., 1993; Rintala, McCubbin y Dunn, 1995). Problemas de motivación, desconocimiento del tipo de esfuerzo a realizar, dificultades de ritmo, coordinación limitada, falta de familiarización con algunos gestos de la prueba o con el entorno deben abordarse durante el protocolo de familiarización con la prueba.

Una visión general de los estudios sobre la aptitud cardiorrespiratoria en individuos con DI de tipo moderado-leve y los posibles factores determinantes de la calidad de los resultados fueron proporcionados hace más de una decena de años por Fernhall y Pitetti

(2001). Estos autores, mostraron que los individuos con DI tienen niveles más bajos de aptitud cardiorrespiratoria en comparación con individuos sin DI, en incluso niveles aún más bajos en individuos con síndrome de Down (SD). Entre los factores que justificarían esta menor aptitud cardiorrespiratoria se han propuesto: (a) falta de motivación y comprensión de la tarea, (b) falta de actividad física y estilo de vida sedentario, (c) baja resistencia de las extremidades inferiores, y (d) incompetencia cronotrópica, es decir, la incapacidad del corazón para aumentar su FC proporcionalmente a la demanda del esfuerzo (Fernhall y Pitetti, 2001). Ninguno de los estudios revisados por Fernhall y Pitetti (2001) incluían adultos mayores de 35 años y todos los participantes eran sedentarios.

Una última revisión realizada por Oppewal y cols. (2013) actualiza toda la información previa sobre los niveles de aptitud cardiorrespiratoria y sus determinantes en individuos con DI. Además, analiza la validez y fiabilidad de las pruebas de aptitud cardiorrespiratoria en personas con DI confirmando los hallazgos previos sobre los bajos niveles registrados en esta población. La revisión incluye un total de 13 estudios que analizan la aptitud cardiorrespiratoria de individuos con DI mediante un diseño en su mayoría transversal. Del total, 7 estudios utilizan pruebas de esfuerzo en laboratorio; Dos estudios emplean un protocolo submáximo en cicloergómetro (Wade, De Meersman, Angulo, Lieberman y Downey, 2000; Ohwada, Nakayama, Suzuki, Yokoyama e Ishmaru, 2005), y cinco trabajos utilizaron un protocolo en cinta rodante (Fernhall, McCubbin, Pietti, Rintala, Rimmer, Millar, De Silva, 2001; Baynard, Pitetti, Guerra y Fernhall, 2004; Patel, Harmer, Loughnan, Skilton, Steinbeck y Celermajer, 2007; Baynard, Pitetti, Guerra, Unnithan y Fernhall, 2008; Bricout, Flore, Eberhard, Faure, Guinot y Favre-Juvin 2008). La mayoría de los estudios incluyen adolescentes y adultos (jóvenes) con DI leve o moderada.

Ohwada y cols. (2005) mostraron que el VO<sub>2</sub>máx estimado, basado en los resultados de un protocolo submáximo en cicloergómetro, también era menores en adultos jóvenes con DI (n = 23, VO<sub>2</sub>max 34.0 ± 9.0 ml/kg/min que en controles sin DI (n = 23, VO<sub>2</sub>max 41,3 ± 10,0 ml/kg/min). Utilizando un protocolo máximo en cinta rodante, Fernhall y col. (2001) detectaron un pico de VO<sub>2</sub> (33.8 ± 10.6 ml/kg/min) y un máximo de FC (177 ± 15 lpm) significativamente más bajos en adultos jóvenes con DI (n = 276) que los controles adultos sin DI (n = 296, VO<sub>2</sub> máximo :35.6 ±10.9 ml/kg/min; pico de FC: 185± 12 lpm).

Por el contrario, utilizando también un protocolo en cinta rodante, Baynard y cols. (2008) concluyeron que las personas con DI no tenían bajos niveles de actitud cardiorrespiratoria. Solo los valores de niños (9-15 años, n = 59) mostraron un VO<sub>2</sub> pico (39.8 ml/kg/min) y una FC pico (189 lpm) fueron significativamente inferiores a los controles sin DI (45,7 ml/kg/min y 196 lpm). En el resto de los grupos de edad (16-21, n = 37; 22-29, n = 50; y 30-45 años, n = 34), los valores pico de VO<sub>2</sub> (40,9, 34,4 y 30,8 ml/kg/min respectivamente) no fueron significativamente diferentes de los controles sin DI (41,1, 36,8 y 29,9 ml/kg/min). Sin embargo, el VO<sub>2</sub> pico del grupo de control en este el estudio fue más bajo que los valores normativos de otros estudios (Cureton, Sloniger, O´Bannon, Black y McCormack, 1995; Kaminsky, 2010). Comparando el VO<sub>2</sub> pico de los individuos con DI del trabajo de Baynard y cols. (2008) con los valores normativos American College of Sports Medicine (ACSM), se concluiría que estos individuos con DI tienen un VO<sub>2</sub> más bajo que la población general, en todos los grupos de edad.

Un posible factor determinante de los bajos niveles de aptitud cardiorrespiratoria que presentan los individuos con DI con o sin SD es la baja FCmax que alcanzan en las pruebas de tolerancia al esfuerzo (Fernhall y Pitetti., 2001; Baynard y cols., 2008). Dado que el VO<sub>2</sub>max

es el producto del gasto cardíaco máximo y de la diferencia arteriovenosa de oxígeno, además de que las variaciones en  $\text{VO}_2\text{max}$  están principalmente relacionadas con las diferencias en el gasto cardíaco (frecuencia cardíaca [FC] x volumen sistólico [SV]) (Kaminsky, 2010; Powers y Howley, 2007), es comprensible que una  $\text{FC}_{\text{max}}$  baja limite el  $\text{VO}_2\text{máx.}$  La incapacidad del corazón para aumentar su FC proporcionalmente a la mayor actividad o demanda física es llamada incompetencia cronotrópica (Brubaker y Kitzman, 2011). Algunos estudios sobre la respuesta cardíaca y la modulación vegetativa autónoma de la FC en individuos con DI podrían ayudar a aclarar el mecanismo subyacente de esta incompetencia cronotrópica.

Sin embargo, tales estudios muestran resultados discordantes. Así, Vis y cols. (2012) encontraron una respuesta cardíaca adecuada al ejercicio anaeróbico en adultos con DI ( $n = 25$ ), mientras que los adultos con SD ( $n = 96$ ) presentaban una respuesta cardíaca disminuida. Baynard y cols., (2004) demostró que el aumento de la FC desde el reposo al ejercicio submáximo se debía principalmente a un descenso de la actividad parasimpática tanto en adultos jóvenes con DI ( $n = 15$ ) como en adultos jóvenes con SD ( $n = 16$ ). Esta es la respuesta apropiada desde el reposo a niveles bajos de ejercicio submáximo. Sin embargo, dado que no se incluyó un grupo de control de individuos sin DI en este estudio, no se sabe si la magnitud de esta respuesta era la apropiada. No se existen trabajos que analicen la respuesta vegetativa autónoma en sujetos con DI sometidos a esfuerzo máximo. Tampoco se conoce con certeza si esa incompetencia cronotrópica se puede moderar en sujetos con DI bien entrenados.

Finalmente, la menor fuerza de las extremidades ha sido mencionada previamente como un posible determinante para los niveles de aptitud cardiorrespiratoria en individuos con DI (Fernhall y Pitetti, 2001). Solo hemos encontrado un estudio que analice la relación entre la fuerza de la extremidad inferior y el pico de  $\text{VO}_2$

(Nasuti, Stuart-Hill y Temple, 2012). Este estudio contradice los resultados previos (Fernhall y Pitetti, 2001). Sin embargo, el estudio tiene un tamaño muestral pequeño ( $n = 13$ ), lo que no permite extraer conclusiones con respecto a la contribución de la fuerza de la extremidad inferior a la capacidad cardiorrespiratoria de individuos con DI.

En conclusión, un buen protocolo de familiarización y cuidado de los procedimientos de la prueba y un esfuerzo por minimizar los problemas motivacionales y las dificultades de comprensión de las tareas tienen, sin duda, una importante repercusión en la validez de los resultados de la prueba de aptitud cardiorrespiratoria en individuos con DI. La inactividad física puede explicar en parte los bajos niveles de aptitud cardiorrespiratoria en estos sujetos, pero quizá la incompetencia cronotrópica sea la causa subyacente que más contribuya a los pobres resultados de actitud cardiorrespiratoria en individuos con DI, especialmente de aquellos con SD. A pesar de todo, los mecanismos que subyacen en la incompetencia cronotrópica no se comprenden aún de modo completo. Finalmente, la influencia de la fuerza en las extremidades inferiores en la respuesta cardiorrespiratoria de estos sujetos es aún inconsistente.

### **Aptitud Cardiorrespiratoria en sujetos con Síndrome de Down**

Casi todas las investigaciones previas sobre la capacidad cardiorrespiratoria de individuos con DI se han centrado principalmente en personas con síndrome de Down (SD), que es la causa genética más frecuente de DI (aproximadamente el 15% de la población de con DI), y ha demostrado que estos sujetos exhiben claras diferencias en la respuesta fisiológica al ejercicio.

Se ha descrito en varias ocasiones que la aptitud cardiovascular en niños y adolescentes con SD se halla reducida en comparación con sus pares sin SD, con o sin discapacidad (Eberhard, Eterradosi y Rapachi, 1989; Fernhall y cols., 1996, 2001; Guerra, Llorens y

Fernhall, 2003a, b; Baynard y cols., 2008). Eberhard y col. (1989) encontraron un consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max) inferior, una duración más corta de la prueba de esfuerzo y una carga de trabajo máxima más baja en niños con SD en comparación con un grupo control de niños de la misma edad. Tanto Baynard y cols. (2004) como Fernhall y cols. (2001) encontraron menor VO<sub>2</sub>max, menor ventilación máxima, FC máxima más baja y coeficiente espiratorio máximo (RERmax) reducido en niños y adolescentes con SD en comparación con sus pares sin SD, con o sin DI.

Algunos autores han aportado pruebas de que la muy baja capacidad cardiorrespiratoria en individuos con SD no se explicaba por la falta de motivación, falta de comprensión de las tareas a ejecutar en las pruebas (Fernhall y Tymeson, 1987), el estilo de vida sedentario y/o el bajo nivel de entrenamiento (Mendonca cols., 2010), o la obesidad (Baynard y cols., 2008), sino que está en relación con una incapacidad de alcanzar una frecuencia cardíaca máxima óptima, característica intrínseca e invariable de los individuos con SD. Ya que la FC máxima es un factor determinante de la capacidad de trabajo o del consumo máximo de oxígeno, esta respuesta limitada explica en gran medida los bajos niveles cardiorrespiratorios comúnmente observados en individuos con SD.

Pastore y cols. (2000) estudiaron el comportamiento de niños con SD (n = 42) en una prueba máxima en cinta rodante siguiendo un protocolo de Bruce. Los resultados fueron más dependientes de la capacidad mecánica de los individuos para realizar la prueba que de su coeficiente intelectual. Sin embargo, tres participantes tenían DI severa y otros 8 presentaban una DI moderada, por lo que sus limitadas habilidades motoras puedan haber influido más intensamente en la determinación de su capacidad cardiorrespiratoria que su cociente intelectual. Además, los participantes no tuvieron la oportunidad de familiarizarse con la prueba, lo que pueda haber conducido a



abandonos de la prueba por no superar los requerimientos de la prueba (Pastore, Marino, Calzolari, Digilio, Giannotti y Turchetta, 2000). Hasta donde sabemos, la fiabilidad y validez del protocolo de Bruce en individuos con DI no ha sido aún evaluada.

A pesar de la repetida evidencia que describe los bajos valores de FC máxima como causa principal de limitada capacidad de trabajo o capacidad aeróbica de los individuos con SD (sin cardiopatía congénita), existe muy pocos trabajos que analicen esta relación en personas con discapacidad intelectual sin SD. Una revisión concluyó en 2001 que los participantes con DI parecían tener una respuesta cardiorrespiratoria máxima inferior a la de sujetos sin DI, pero las diferencias fueron menores que entre individuos con SD y sin DI (Fernhall y Pitetti, 2001). Baynard y cols. (2008) observaron que la FCmax de personas con DI (sin SD) era significativamente más baja que la FCmax de individuos sin DI, aunque no tan baja como el pico de FC de individuos con SD (Baynard y cols., 2008). Sin embargo, la capacidad aeróbica no fue significativamente diferente entre individuos con y sin DI (Baynard y cols., 2008). Las posibles explicaciones para este sorprendente resultado podrían ser que la muestra de ese trabajo incluía niños y adultos, y que los diferentes grupos de edad podría mostrar diferentes patrones de capacidad a lo largo de la vida. Además, se ha demostrado que la capacidad aeróbica es diferente para hombres y mujeres, y esto no se tuvo en cuenta en el análisis de ese trabajo (Baynard y cols., 2008).

Más recientemente, Mendonca y cols. (2010) realizaron una actualización específica sobre evaluación cardiorrespiratoria en individuos con SD. La actitud cardiorrespiratoria en sujetos con SD es baja, incluso inferior a la de individuos con DI por otras causas. La incompetencia cronotrópica parece ser importante y determinante en estos casos, independientemente de otros factores. El mecanismo no se comprende completamente, pero es casi una combinación de una

reducida respuesta de catecolamina (noradrenalina, adrenalina) y una ausencia de respuesta parasimpática durante el ejercicio (Mendonca y cols., 2010).

En resumen, los adolescentes y adultos jóvenes con SD muestran niveles más bajos de aptitud cardiovascular que la población sin DI, lo que a largo plazo puede estar en detrimento de su calidad de vida. Una baja aptitud cardiovascular se considera un factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares, y puede condicionar una vida más corta para niños y adolescentes con SD. Aunque hay falta de información a este respecto, es evidente que esta población podría beneficiarse considerablemente de programas de actividad física y prescripción de ejercicio. Se requiere, por tanto, investigación adicional en este tema que aborde cuestiones pendientes como son la duración y intensidad del entrenamiento aeróbico en la mejora en aptitud cardiovascular, o si el tipo, intensidad y la duración del entrenamiento de fuerza podrían ser más beneficiosos para adolescentes y adultos jóvenes con SD.

Es importante destacar que la esperanza de vida de la población con SD aumenta con el tiempo; por lo que algunas enfermedades relacionadas con la edad, como la osteoporosis o el envejecimiento celular, aparecen antes que en la población sin SD. En último término, el objetivo de la futura investigación en este campo debería ser analizar si el ejercicio (aeróbico, fuerza y/o una combinación de ambos) podría beneficiar a los adolescentes y jóvenes adultos a tener una composición corporal y estado físico en mejores condiciones, lo cual redundaría en una vida más saludable en esta población.

### 3. Calidad Ósea y Discapacidad Intelectual

Las personas con discapacidad intelectual (DI) constituyen 2% de la población en los países desarrollados, y se ha estimado que esta población aumenta en 1.2% por año (McGrother, Thorp, Taub y

Machado, 2001). La atención sanitaria de las personas con DI tiene un importante impacto en los servicios de atención primaria y en todas las especialidades sanitarias. Cuando se compara con la población general, las personas con DI experimentan desigualdades en su estado de salud, menor esperanza de vida y mayor nivel de necesidades de atención, que a menudo no se reconocen y por tanto no se satisfacen. En este sentido, se han publicado propuestas con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas con DI (Department of Health, 2001). Un plan regular de controles de salud se ha mostrado útil para detectar necesidades de salud no satisfechas.

Un aspecto de la salud física que a menudo se omite en los chequeos de salud, es la valoración de la calidad ósea. Se han realizado varios estudios en personas adultas con DI que residen en instituciones con el fin de medir la densidad mineral ósea (DMO) y la prevalencia de osteopenia y osteoporosis en esta población (Srikanth, Cassidy, Joiner y Teeluckdharry, 2011). Estos estudios han puesto de manifiesto que las personas con DI tienen un mayor riesgo de factores asociados con la osteoporosis, que deberían ser analizados con más profundidad. El objetivo en esta Introducción es presentar una breve revisión de literatura sobre osteopenia y/o osteoporosis en personas con DI.

## **Osteoporosis y factores de riesgo**

La osteoporosis es una enfermedad definida por una baja masa ósea con deterioro micro-arquitectónico del tejido óseo, que conduce a una mayor fragilidad ósea y a un mayor riesgo de fractura. El hueso está mineralizado adecuadamente, pero es deficiente en cantidad, calidad e integridad estructural. La Organización Mundial de la Salud (WHO, 1994) define la osteopenia en adultos jóvenes cuando la densidad ósea se haya entre 1 y 2.5 desviaciones estándar por debajo de los valores estándar (T-score: 1-2.5). Se podría hablar de osteoporosis en aquellos casos con una densidad ósea más de 2.5

desviaciones estándar por debajo del valor medio de adultos jóvenes (T-score <-2.5).

Los factores de riesgo de osteoporosis pueden clasificarse como modificables y no modificables. Diversos procesos patológicos están asociados con osteoporosis (Scottish Intercollegiate Guidelines Network [SIGN], 2003; Fundación Nacional de Osteoporosis, 2019). Otros factores implicados son las caídas y la historia de una fractura previa en mujeres. Se ha descrito que la presencia de 1 o 2 fracturas vertebrales aumenta el riesgo de fracturas adicionales en 7.5 veces (Ross, Genant, Davis, Miller y Wasnich, 1993; Lindsay, Silverman, Cooper, Hanley, Barton y Broy, 2001), por tanto, estas personas deben ser objeto de investigación y tratamiento de la osteoporosis. En la mujer existen otros factores que aumentan el riesgo de desarrollar osteoporosis y que incluyen una menopausia precoz y una masa ósea total inferior a la normal (SIGN, 2003). El riesgo de desarrollar osteoporosis aumenta con el aumento de la edad, con bajo peso y bajo índice de masa corporal. Ciertos medicamentos como los antiepilépticos, algunas drogas contra el cáncer, antiácidos y antipsicóticos que contienen aluminio (a través del aumento de los niveles de prolactina), también parecen estar implicados como factores de riesgo de osteoporosis (O'Keane y Meaney 2005). También la esquizofrenia y los principales trastornos del estado de ánimo a menudo se asocian con anomalías en el metabolismo óseo relacionadas con alteraciones de la nutrición, tabaquismo e hipogonadismo hipogonadotrópico, con o sin hiperprolactinemia inducida farmacológicamente (Misra, Papakostas y Klibanski, 2004). La polidipsia también puede contribuir a la pérdida ósea en la esquizofrenia, mientras que la hipercortisolemia está a menudo asociada con baja densidad ósea en la depresión (Misra y cols. 2004). El Litio utilizado para tratar el trastorno bipolar y la L-tiroxina tiene un impacto negativo sobre la calidad ósea (Misra y cols. 2004).

## **Factores de riesgo de osteoporosis en personas con discapacidad intelectual**

Junto con los factores anteriormente descritos, las personas con DI presentan un mayor riesgo de desarrollar osteoporosis. La prevalencia de fracturas en personas con discapacidades del desarrollo de tipo severo y profundo es más alta que en la población general (Tannenbaum, Lipworth y Baker, 1989; Lohiya G., Crinella, Tan-Figueroa, Caires y Lohiya S., 1999; Glick, Fischer, Heisey, Leverson y Mann, 2005). Esto se puede deber en parte a la mayor prevalencia de epilepsia y caídas en esta población. Otros factores de riesgo incluyen la reducción de la actividad física, el hipogonadismo asociado que retrasa el crecimiento acelerado de la pubertad y que conlleva un nivel bajo de estrógenos y de testosterona (Seeman, Young, Szmulker, Tsalamandris y Hopper, 1993), la menopausia precoz en algunas mujeres, el síndrome de Down (SD) y otros síndromes que causan hipotonicidad (con fuerza reducida de los extensores del raquis), y mayor prevalencia de trastornos endocrinos como el hipotiroidismo (Jaffe y cols. 2005). La levotiroxina ha sido identificada en un estudio como un factor predictor independiente de ocurrencia de fracturas (Sheppard, Holder y Franklyn, 2002).

Otros factores predisponentes de una baja DMO son la mayor cantidad de fosfato sérico asociada con el género femenino, la malnutrición, la alimentación nasogástrica, la ingesta reducida de calcio, y los niveles bajos de vitamina D debido a una exposición deficiente a la luz solar (Henderson 1997; Henderson, Lark, Gurka, Worley y Fung, 2002). Una mayor exposición a fármacos antiepilépticos o medicamentos antipsicóticos por diversas enfermedades mentales, o la misma epilepsia también contribuyen a una baja DMO (Wagemans, fiolet, Van-Der-Linden y Menheere, 1998).

## **Diagnóstico y manejo de la osteoporosis.**

No hay evidencia de que los protocolos de detección precoz de osteoporosis basados en estudios poblacionales sean efectivos para reducir la incidencia de fracturas; de hecho, el enfoque recomendado para el manejo en la práctica clínica es tratamiento directo de casos diagnosticados (Compston, 2000).

Existen varias técnicas disponibles para medir la densidad de la masa. Estos métodos diagnósticos abarcan desde la radiografía ósea, hasta la absorciometría de rayos X en el calcáneo (SPA), la absorciometría de fotones dobles (DPA), la ecografía del calcáneo, la absorciometría de rayos X doble energía (DEXA) del fémur, columna lumbar o todo el cuerpo (WHO, 1994). Muchas técnicas tienen limitaciones prácticas para su uso en personas con DI debido a problemas de transporte y adecuado posicionamiento preciso (Aspray y cols. 1998).

El tratamiento disponible para la osteoporosis prescribe suplementos de calcio y vitamina D, combinados con medicación antirresortiva cuando sea apropiado. Los clínicos deben ser conscientes de los problemas asociados a la administración de fármacos y sus efectos secundarios en personas con DI. Estos individuos pueden tener asociada una dificultad para tragar, problemas posturales o conductuales y una mayor sensibilidad a los medicamentos. Esto puede restringir las opciones de prescripción de alguno de estos medicamentos en personas con DI.

## **Osteoporosis en DI.**

Existe cada vez una mayor conciencia de la repercusión de la osteoporosis en la salud de la población general, pero este trastorno no ha recibido suficiente atención en personas con DI. Debido a sus mayores expectativas de vida, no parece lógico suponer que la

osteoporosis no es un problema médico relevante en esta población. Algunos estudios han descrito que la osteoporosis y las fracturas osteoporóticas son comunes en mujeres con DI (Schrager, 2006; Schrager, Kloss y Ju 2007). Además, se ha detectado que la deambulación reducida en individuos con DI y el uso de fármacos anticonvulsivos son los principales factores relacionados con la mala calidad ósea en estos casos.

Aunque limitados, la mayoría de estos estudios recogen datos sobre la densidad ósea y prevalencia de osteoporosis en personas con DI que viven en régimen de institución (Aspray y cols. 1998; Jaffe y Timmell 2003; Lohiya, Tan-Figueroa e Iannucci, 2004; Schrager 2006). Jaffe y cols. (2001) evaluaron la prevalencia y la gravedad del descenso de DMO en una población institucionalizada de mujeres posmenopáusicas ( $n = 79$ ) con discapacidades del desarrollo, utilizando la técnica de atenuación de ultrasonidos en el calcáneo. Estos autores encontraron que el 43% de la población tenía un Z-score menor de 2 desviaciones estándar. Jaffe y Timmell (2003) estudiaron una serie de 108 hombres institucionalizados con DI y encontraron que el 34% de los participantes del estudio tenía puntuaciones de Z-score inferiores a 2 desviaciones estándar por debajo de los de los controles de la misma edad. Por otro lado, Tyler y cols. (2000) identificaron osteoporosis en una quinta parte de su muestra con una T-score de menos de -2. Uno de los factores de riesgo más significativo y relacionado con una baja DMO fue el SD. En el estudio de Center y cols. (1998), la DMO fue significativamente menor en personas con DI en comparación con población sin DI de la misma edad y sexo. Estos autores describieron un aumento de fosfato sérico como factor de riesgo asociado con baja DMO en mujeres. Baptista y cols. (2005) y Zylstra y cols. (2008) encontraron también baja DMO en personas con DI.

## **Síndrome de Down y densidad mineral ósea**

Al síndrome de Down se le considera como un factor de riesgo independiente en relación con una baja DMO. Los individuos con SD presentan hipotonía e hiperlaxitud articular. También pueden presentar malformaciones óseas en la columna cervical que conllevan un alto riesgo de subluxación o dislocación atlo-axoidea (Hayes y Batshaw 1993). El desarrollo de los centros de osificación secundaria está retrasado en estos individuos. Además, las personas con SD tienen otras comorbilidades tales como desarrollo sexual anormal, trastornos del tiroides y epilepsia, los cuales son factores de riesgo para desarrollar osteoporosis. Angelopoulou y cols. (1999, 2000) describieron la presencia de baja DMO en personas con SD en comparación con sus controles sanos de la misma edad. Estos autores concluyen que la hipotonía muscular, el estilo de vida sedentario y las enfermedades asociadas podrían ser también causa de baja DMO. Un estudio que recoge datos de las revisiones anuales de atención médica de 38 adultos con SD alojados en un centro residencial provincial describe la presencia de osteoporosis con fracturas de huesos largos en el 55% de los casos, o de cuerpos vertebrales en un 30% (Van Allen, Fung y Jurenka, 1999). En un estudio observacional comparativo de 51 adultos con SD (Rosello, Torres, Boronat, Llobet y Puerto, 2004), se detectó osteoporosis en un 5.1% y niveles bajos de vitamina D en un 37.2%, que fue relacionado con la osteoporosis, el sexo femenino y los altos niveles de hormona paratiroidea. En otro estudio más reciente de Guijarro y cols. (2008) que incluye 39 personas con SD y 78 controles, se detectó que los pacientes con SD tenían menor DMO que los controles en todas las regiones analizadas (columna vertebral, cadera y total cuerpo). La DMO volumétrica de la columna también fue menor en los sujetos con SD que en los controles.

Tras esta breve revisión de la literatura se puede concluir que actualmente no hay herramientas para identificar rutinariamente



factores de riesgo para osteoporosis en individuos con DI. Como se señala en varios estudios, la prevalencia de factores de riesgo asociados con baja DMO es alta en personas con DI. Se necesita más investigación para identificar la prevalencia de factores de riesgo en personas con DI. Esto podría permitir el desarrollo de una herramienta robusta y válida para la detección de factores de riesgo asociados con osteoporosis en individuos con discapacidad y establecer pautas para el cribado de osteoporosis en esta población.



### **III. Hipótesis y objetivos**

#### **Hipótesis**

Las características antropométricas de las personas con discapacidad intelectual que participan en deporte adaptado a nivel competitivo varían en dependencia de la etiología de la discapacidad, con más tendencia a patrones de sobrepeso u obesidad en los casos secundarios a alteración genética como el Síndrome de Down.

Las personas con discapacidad intelectual que se involucran en un programa de actividad física que implica la práctica de un deporte a nivel competitivo mejoran su tolerancia cardiorrespiratoria al ejercicio y su calidad ósea con relación a sus pares de vida sedentaria.

La diferente etiología de la discapacidad intelectual es un factor que podría modificar los beneficios del ejercicio físico para la salud de estos sujetos. En este sentido, la discapacidad intelectual relacionada con factores genéticos, como es el síndrome de Down, sería más refractaria a las mejoras cardiorrespiratorias y de calidad ósea inducidas por el deporte.

#### **Objetivos**

##### **Principales**

1. Describir las características antropométricas y el perfil de la composición corporal de un grupo de jugadores de fútbol con DI que participan regularmente en competiciones de fútbol adaptado.
2. Evaluar la tolerancia cardiorrespiratoria al esfuerzo máximo en personas con DI involucradas en fútbol competitivo y compararla con la de sujetos sin DI.

3. Analizar las características de la masa ósea en personas con DI que participan regularmente en una competición oficial de fútbol adaptado y compararlas con las características óseas de dos poblaciones control, una de sujetos sedentarios con DI y otra de sujetos sanos sin DI.

## Secundarios

1. Analizar las desigualdades en las características antropométricas entre adultos con diferentes etiologías de DI (SD y retraso mental no relacionado con el SD).

2. Determinar los parámetros cardiológicos (frecuencia cardiaca, presión arterial) metabólicos (consumo de oxígeno máximo) y ventilatorios (ventilación máxima, cociente respiratorio) durante el esfuerzo máximo en sujetos con SD que practican regularmente deporte competitivo y compararlos con los obtenidos en individuos con DI no relacionada con el SD y que también practican fútbol a nivel competitivo.

3. Evaluar las diferencias en las características de masa ósea de individuos con síndrome de Down y con DI por otras etiologías no genéticas.

## **IV. Material y métodos**

### **1. Estudio de la Antropometría y Composición Corporal**

#### **A. Diseño del estudio**

Estudio descriptivo transversal de las características antropométricas de una población de deportistas con discapacidad intelectual participantes en competiciones de fútbol adaptado a nivel nacional. Los sujetos de estudio se agruparon dependiendo de la etiología de la discapacidad: de origen genético (Síndrome de Down) y discapacidades adquiridas o secundarias a diversas patologías sin alteraciones genéticas (Parálisis cerebral, p.ej.). Se analizarán las diferencias en la composición corporal entre estas dos subpoblaciones de individuos con discapacidad intelectual.

#### **B. Participantes**

En el estudio se incluyó una muestra total de 63 adolescentes varones y adultos jóvenes con discapacidad intelectual (DI) involucrados en fútbol competitivo. Los participantes tenían entre 14 y 46 años con una media de  $24,7 \pm 8,4$  años. La muestra fue reclutada entre los jugadores del equipo de fútbol de una institución dedicada a la promoción de deportes para personas discapacitadas en la Comunidad Valenciana (España). Esta institución es promovida por el Levante FC, un club de fútbol de Valencia, España, que cuenta con equipos en todos los niveles competitivos desde la primera liga nacional hasta categorías infantiles.

Criterios de inclusion:

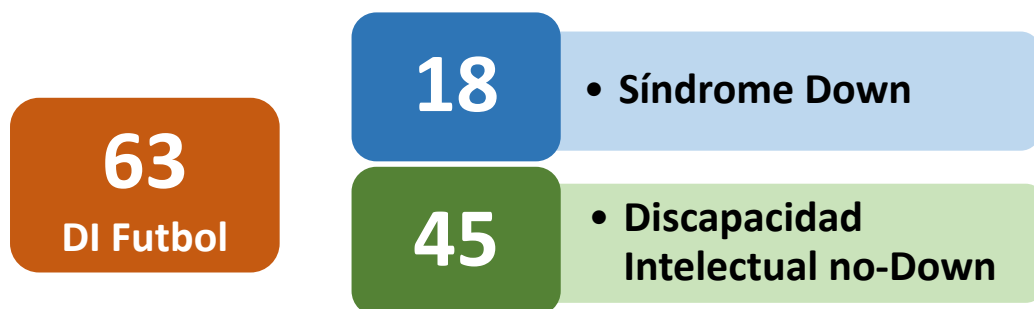
- Sujetos varones pertenecientes a los equipos de fútbol adaptado de la Fundación Levante FC.

- Diagnóstico de DI establecido por médicos del Sistema Nacional de Salud según lo definido por la Asociación Americana de Psiquiatría (2000).

Criterios de exclusión:

- Portadores de enfermedades metabólicas asociadas con influencia potencial en su estado nutricional
- Sujetos con ingesta de fármacos que pudieran interferir en el metabolismo energético.

Según la etiología de la discapacidad, había 18 jugadores de fútbol con síndrome de Down (SD). Los otros 45 participantes con diferentes niveles de retraso mental derivados de parálisis cerebral infantil y otras etiologías que fueron clasificados como “no síndrome de Down” (no SD). Todos los participantes participaron en el fútbol competitivo dentro de la liga regional y nacional de fútbol adaptado (liga GENUINE).



**Figura 1.** Población incluida en el estudio antropométrico

Se informó a los padres o tutores y participantes sobre los objetivos y procedimientos, así como los posibles beneficios del estudio. El consentimiento informado por escrito se obtuvo de todos los participantes incluidos y sus padres (en los menores de 18 años) o tutores. El estudio se realizó de acuerdo con la declaración de Helsinki

de 1961 (revisada en Edimburgo, 2000) y fue aprobada por el Comité de Ética de investigación de la Universidad Católica de Valencia (número de referencia: UCV/2015-2016/62).

### C. Tamaño muestral

Al tratarse de un estudio descriptivo de una muestra limitada compuesta por los jugadores de fútbol adaptado de la Fundación Levante FC., no procede el cálculo de un tamaño muestras determinado. En el momento de realizar el estudio, los integrantes de este equipo fútbol adaptado eran uno de los 18 Clubs que iniciaron la liga nacional de fútbol para personas con discapacidad (liga GENUINE), y el mas numeroso en participantes.

### D. Determinación de variables antropométricas

Todas las mediciones antropométricas de la altura, el peso y el grosor del pliegue cutáneo (bíceps, tríceps, subescapular, abdominal, suprailíaco, muslo y pierna) se realizaron de acuerdo con las recomendaciones de los Estándares Internacionales para la Evaluación Antropométrica (ISAK) (Marfell-Jones, Olds, Stewart y Carter, 2006). Un investigador bien entrenado registró todas las mediciones para minimizar el sesgo metodológico. Cada medición se repitió 3 veces y se calculó el valor promedio. El peso y la altura de cada participante se midieron y registraron con el mismo equipo, que se calibró regularmente para uso clínico.



**Figura 2.** Plicómetro, Pie de Rey, Cinta métrica. (Elaboración propia)

Antes de una sesión de entrenamiento regular, todos los participantes fueron tallados y pesados sin zapatos y la mínima ropa; la precisión de la altura fue lo más cercana a 0,1 cm (SECA 225, SECA, Hamburgo, Alemania), la del peso cercana 0,1 kg (SECA 861, SECA, Hamburgo, Alemania). El índice de masa corporal (IMC) se calculó como el peso (en kg) dividido por el cuadrado de la altura en metros ( $m^2$ ). La masa corporal grasa y el porcentaje de grasa corporal (%G) se estimaron de acuerdo con la ecuación de Faulkner (Faulkner, 1968) después de medir diferentes parámetros antropométricos que incluyen: 7 grosor de pliegues cutáneos (tríceps, bíceps, subescapular, abdominal, suprailíaco, muslo y pantorrilla medial); perímetros de brazos, muslos y pantorrillas; el diámetro biestiloideo y ambos diámetros intercondíleos en el húmero distal y el fémur.

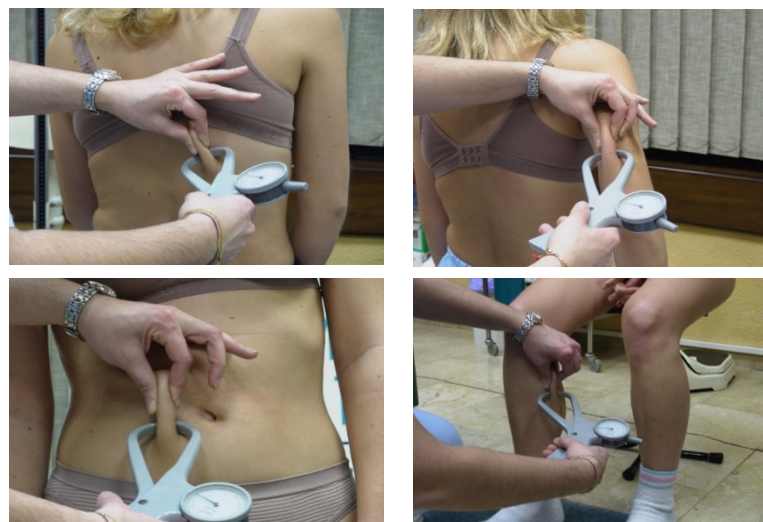
El diámetro biestiloideo de la muñeca y los diámetros intercondíleos del húmero distal y del fémur fueron registrados usando un Pie de Rey (figura 2). Los diámetros del brazo, muslo y pierna se midieron en cm. (figuras 5).



Se midieron siete grosores de pliegue cutáneo (bíceps, tríceps, subescapular, abdominal, suprailíaco, Tigh y becerro) por triplicado en el lado derecho del cuerpo con un plicómetro (figura 4) para el pliegue cutáneo (Holtain Ltd. Crymmych, UK) siguiendo las recomendaciones de la International Sociedad para el avance de la Kinantropometría (ISAK) (Marfell-Jones y cols. 2006). La mediana de las tres medidas se tomó como medida válida. La misma persona entrenada (nivel 2 certificado ISAK) llevó a cabo todas las mediciones, y su error técnico de medición estaba dentro de los límites recomendados por ISAK.



**Figura 3.** Diámetros biestiloideo e intercondíleos de humero y fémur distal (mm). (Elaboración propia.)



**Figura 4.** Grosor de los pliegues cutáneos. (Elaboración propia.)



**Figura 5.** *Perímetros de brazo, muslo y pierna (cm). (Elaboración propia.)*

El porcentaje de grasa corporal (% BF) se calculó a partir de las mediciones de las ecuaciones de pliegue cutáneo propuestas por Faulkner y modificadas por Slaughter y cols. (1988), Reilly y cols. (2009), y Yuhasz (1974). Los componentes del somatotipo (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia) de cada participante fueron evaluados por la técnica de Carter (1982).

### E. Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico de las ciencias sociales (SPSS) versión 21,0 para Mac (IBM, Chicago, IL, USA). Los datos cuantitativos se presentaron como media  $\pm$  desviación estándar (SD) y 95% IC. La normalidad de la distribución de las variables se analizó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. A pesar de que casi todos los parámetros exhibieron una distribución normal, el número de sujetos en los dos grupos era menor de 50 y uno de los subgrupos era más reducido (18 sujetos), las diferencias entre los subgrupos con DI (Down y no-Down) fueron analizadas mediante la prueba no-paramétrica de Mann-Whitney, tal y como recomienda la literatura (Smalheiser, 2017). La significación estadística se fijó en  $p < 0,05$ .

## 2. Estudio de la Aptitud Cardiorrespiratoria

### A. Diseño del estudio

Estudio analítico transversal de la tolerancia al máximo esfuerzo en jugadores de fútbol adaptado a nivel competitivo portadores de DI, con y sin SD, y de personas sin discapacidad que practican deporte de ocio, considerado como grupo control. Los datos cardiorrespiratorios fueron recogidos durante una prueba de esfuerzo máximo en cicloergómetro con análisis directo de gases.

### B. Participantes

En este estudio se incluyeron 89 sujetos de los cuales 17 eran sujetos sanos sin ningún tipo de discapacidad intelectual ni física y 72 con discapacidad: 24 síndrome de Down y 48 con discapacidad intelectual no-Down (Figura 6).



**Figura 6.** Población incluida en el estudio de capacidad cardiorrespiratoria

Criterios de inclusion:

- Sujetos pertenecientes a los equipos de fútbol adaptado de la Fundación Levante FC.

- Diagnosticados de DI establecido por médicos del Sistema Nacional de Salud según lo definido por la Asociación Americana de Psiquiatría (2000)
- Con autorización del facultativo especialista a su cargo para participar en programas de ejercicio vigoroso

Criterios de exclusión:

- Individuos con complicaciones musculoesqueléticas y problemas de coordinación que interferirían con la cicloergometría.
- Sujetos que estuvieran bajo algún tratamiento médico (betabloqueantes, ansiolíticos, etc.) que afectaran la frecuencia cardíaca o la respuesta metabólica al ejercicio.
- Se excluyeron los individuos con cardiopatía congénita o anomalías cardíacas conocidas, aunque estuvieran autorizados a realizar la práctica deportiva.

El grupo control lo constituyeron sujetos sanos que practicaban deporte de ocio (nunca competitivo) y que acudieron voluntariamente al Centro de Medicina del Deporte de la Universidad Católica para realizar chequeos médico-deportivos que incluían una prueba de tolerancia al esfuerzo máximo. Se prescindió de sujetos que podían incurrir en los mismos criterios de exclusión que la población con discapacidad.

### C. Tamaño muestral

El tamaño de la muestra se ha estimado para detectar una diferencia entre dos medias usando  $VO_{2max}$  como la variable más pertinente y considerando una diferencia superior a 5 ml/min/kg como clínicamente relevante (Lorente, Barrios, Burgos, Hevia, Fernández-Pineda y Lorente, 2017) para tener una potencia del 80%, y suponiendo una desviación típica de 5,65 ml y un nivel de significación bilateral de 0,05, el tamaño

de muestra mínimo requerido fue de 16 sujetos en un grupo y de 31 en el otro grupo. Se ha establecido un factor de equilibrio entre grupos de 2 al ser más numeroso el grupo de personas con discapacidad intelectual diferente del síndrome de Down. La fórmula y datos utilizados son los siguientes:

Significación ( $\alpha$ ):	5,00%	<b>Contraste de hipótesis</b>	<b>Fórmulas empleadas</b>
Desviación típica esperada ( $\sigma$ ):	5,65		
Sensibilidad ( $e$ ):	5	$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$	$n_1 = \frac{(k+1)(z_{\alpha/2} + z_{\beta})^2 \sigma^2}{k(\mu_1 - \mu_2)^2}$
Factor de equilibrio ( $k$ ):	2	<b>Muestras requeridas</b>	$n_2 = kn_1$
Fracción esperada de pérdidas ( $R$ ):	0%	$n_1$	16
Potencia deseada ( $1-\beta$ ):	80,00%	$n_2$	31
		$n_1+n_2$	47

## D. Recogida de datos

Los datos del estudio de aptitud cardiológica (tabla 2) fueron recogidos mediante la realización test de esfuerzo máximo con análisis metabólico de gases con el protocolo en rampa en cicloergómetro (figuras 7 y 8) con incrementos de 10 Wat/min hasta la extenuación de los participantes. Se monitorizo el ECG de esfuerzo de 12 derivaciones y la tensión arterial durante toda la prueba.

Previo a la prueba de esfuerzo se realizó a todos los participantes un ECG en reposo para detectar cualquier patología que desaconsejara la realización de la prueba.



**Figura 7.** Test de esfuerzo en cicloergómetro (fuente propia)



**Figura 8.** Test de esfuerzo en cicloergómetro (fuente propia)

**Tabla 2.** *Parámetros analizados durante la prueba de tolerancia al esfuerzo máximo.*

<i>Cardiológicas</i>	
<b>FC inicial</b> (latidos/min)	Frecuencia cardíaca inicial
<b>FC AT1</b> (latidos/min)	Frecuencia cardíaca en umbral aeróbico
<b>FC AT2</b> (latidos/min)	Frecuencia cardíaca en umbral anaeróbico
<b>FC max</b> (latidos/min)	Frecuencia cardíaca en ejercicio máximo
<i>Metabólicas</i>	
<b>VO<sub>2</sub> AT1</b> (ml/kg/min)	Consumo de oxígeno en umbral aeróbico
<b>VO<sub>2</sub> AT2</b> (ml/kg/min)	Consumo de oxígeno en umbral anaeróbico
<b>VO<sub>2</sub> max</b> (ml/kg/min)	Consumo de oxígeno en ejercicio máximo
<b>RER AT1</b> (VCO <sub>2</sub> /VO <sub>2</sub> )	Cociente respiratorio en umbral aeróbico
<b>RER AT2</b> (VCO <sub>2</sub> /VO <sub>2</sub> )	Cociente respiratorio en umbral anaeróbico
<b>RER max</b> (VCO <sub>2</sub> /VO <sub>2</sub> )	Cociente respiratorio en ejercicio máximo
<b>METS</b> (Equivalentes metabólicos; 1=3,5 ml/kg/min)	
<i>Ventilatorias</i>	
<b>VE AT1</b> (l/min)	Ventilación en umbral aeróbico
<b>VE AT2</b> (l/min)	Ventilación en umbral anaeróbico
<b>VE max</b> (l/min)	Ventilación en ejercicio máximo
<i>Energéticas</i>	
<b>Vatios max</b>	Vatios máximos alcanzados

## E. Análisis estadístico de datos

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico de las ciencias sociales (SPSS) versión 21,0 para Mac (IBM, Chicago, IL, USA). Los datos cuantitativos se presentaron como media  $\pm$  desviación estándar (SD) y 95% IC. La distribución de las variables se probó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Como algunos de los parámetros no exhibieron la distribución normal, las diferencias entre las variables fueron analizadas por las pruebas no-paramétrica de Mann-Whitney o de Wilcoxon. La significación estadística se fijó en  $p < 0,05$ .



### **3. Estudio de calidad ósea por ultrasonidos**

#### **A. Diseño del estudio**

Estudio analítico transversal de la calidad ósea valorada mediante estudio ultrasónográfico del calcáneo en jugadores de fútbol adaptado a nivel competitivo portadores de DI, con y sin SD, en sujetos sedentarios con DI y en personas sin discapacidad que practican fútbol competitivo a nivel regional.

#### **B. Participantes**

Un total de 67 varones con DI implicados en fútbol competitivo adaptado participó en este tercer estudio. Los participantes fueron divididos para sub- análisis en 2 grupos según el tipo de discapacidad: 22 con SD y 45 con DI de otra etiología. La etiología más común de la DI adquirida se relacionó con la hipoxia durante el nacimiento (parálisis cerebral infantil). Los participantes también pertenecían a la sección de fútbol adaptado del Levante FC, un Club de fútbol de Valencia, España, que cuenta con equipos de fútbol en todos los niveles competitivos, desde la primera liga nacional hasta las categorías infantiles.

Criterios de inclusion:

- Sujetos pertenecientes a los equipos de fútbol adaptado de la Fundación Levante FC.
- Diagnosticados de DI establecido por médicos del Sistema Nacional de Salud según lo definido por la Asociación Americana de Psiquiatría (2000).
- Con autorización del facultativo especialista a su cargo para participar en programas de ejercicio vigoroso.

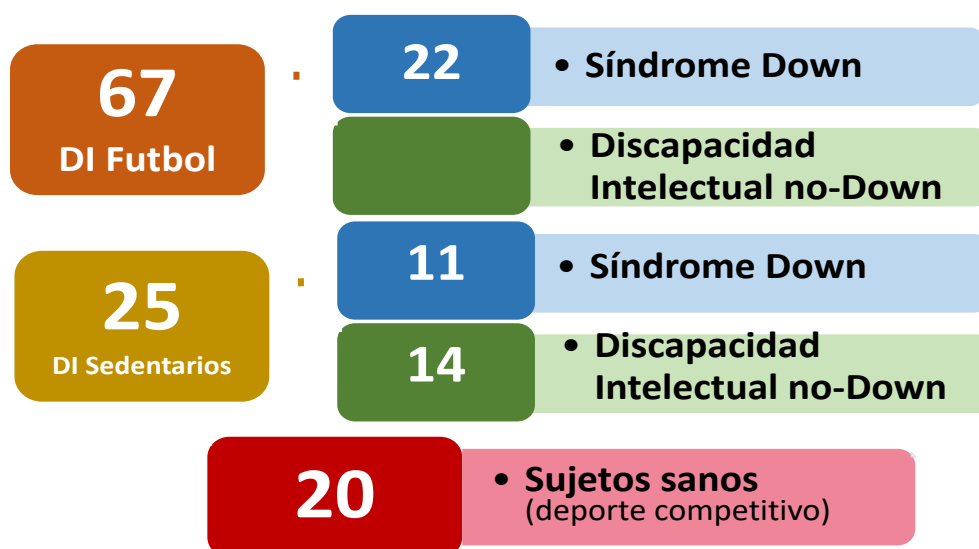
Criterios de exclusión:



- Individuos con secuelas musculoesqueléticas de la discapacidad o antecedentes de fracturas en la extremidad inferior que pudiesen alterar las características de la masa ósea.
- Sujetos que estuvieran bajo algún tratamiento médico (difosfonatos, calcio, vitamina D, etc.) que afectaran al metabolismo óseo.
- Se excluyeron los individuos con enfermedades asociadas no controladas que pudiese afectar a la homeostasis esquelética.

Los jugadores de fútbol con DI analizados en este estudio estaban involucrados en actividades competitivas (liga nacional adaptada de fútbol) durante al menos 1 temporada, pero nunca más de 4 temporadas. El entrenamiento de los participantes estaba adaptado a su discapacidad, era exclusivamente de fútbol, y de una duración de 2 h por sesión con una frecuencia de 4 días a la semana y enfocado hacia las habilidades motoras. No hay otras formas de especificidad. No recibieron otra forma de entrenamiento específico (por ejemplo, entrenamiento de resistencia, fortalecimiento muscular, ejercicios en un gimnasio, etc.).

Un grupo de 25 personas sedentarias de la misma edad con DI (11 SD y 14 no SD) sin participación en actividades deportivas fueron también analizados para establecer diferencias. Finalmente, 20 participantes sanos de la misma edad formaron un grupo control, no involucrado en el fútbol competitivo y residentes en la misma zona urbana, que sirvió para contrastar los parámetros de calidad ósea. Para asegurar el sedentarismo en este grupo, los sujetos sanos que dedicaron más de 2 horas por semana a actividades deportivas de ocio fueron excluidos del estudio.



**Figura 9.** Población incluida en el estudio de la calidad ósea.

Como en los estudios previos, se informó a los participantes y padres o tutores sobre los objetivos y los procedimientos que iban a ser utilizados en el estudio. El consentimiento informado por escrito fue obtenido de todos los padres o sus representantes legales en el caso de individuos con DI como requisito para la inclusión en el estudio. Todos los participantes proporcionaron su consentimiento para participar en el estudio. El estudio fue aprobado por el comité de ética en investigación de la Universidad Católica de Valencia (UCV/2015-2016/62). Todo el estudio se adhirió a la Declaración de Helsinki para la investigación con sujetos humanos. Todas las determinaciones de los parámetros de calidad ósea se realizaron a finales de la temporada competitiva de fútbol 2016/2017 (mayo 2017).

### C. Tamaño muestral

El tamaño de la muestra se ha estimado para detectar una diferencia entre dos medias usando DMO como la variable más pertinente y considerando una diferencia superior a 0,100 g/cm<sup>2</sup> como clínicamente relevante. Para tener una potencia del 80%, y suponiendo

una desviación típica de 0,11 g/cm<sup>2</sup> y un nivel de significación bilateral de 0,05, el tamaño de muestra mínimo requerido fue de 13 sujetos en un grupo y de 38 en el otro grupo. Se ha establecido un factor de equilibrio entre grupos de 3 al considerar mucho más numeroso el grupo de personas con discapacidad intelectual con respecto al control. La fórmula y datos utilizados son los siguientes:

Significación ( $\alpha$ ):	5,00%	Contraste de hipótesis	Fórmulas empleadas
Desviación típica esperada ( $\sigma$ ):	0,11	$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$	$n_1 = \frac{(k+1)(z_{\alpha/2} + z_\beta)^2 \sigma^2}{k(\mu_1 - \mu_2)^2}$
Sensibilidad ( $e$ ):	0,1		
Factor de equilibrio ( $k$ ):	3	Muestras requeridas	$n_2 = kn_1$
Fracción esperada de pérdidas ( $R$ ):	0%	$n_1$ 13	
Potencia deseada ( $1-\beta$ ):	80,00%	$n_2$ 38	
Semiamplitud prevista del IC ( $d$ ):	0,07103	$n_1+n_2$ 51	

#### D. Metodología para la determinación de la calidad ósea

A todos los sujetos participantes en el estudio se les evaluó la masa ósea en el mismo recinto de entrenamiento, en el periodo del estudio. Todas las mediciones de la masa ósea fueron realizadas por el mismo técnico y mediante el mismo densitómetro.

Para la obtención de las mediciones, fueron necesarios los siguientes elementos:

- Consulta habilitada junto al recinto de entrenamiento con conexiones de luz.
- Silla sin reposabrazos. Para poder realizar la densitometría de calcáneo siguiendo las especificaciones del fabricante.
- Báscula.
- Tallímetro.
- Ordenador (1) con el software del densitómetro instalado.

- Densitómetro.
- Ordenador (2) con hoja Excel para recogida de datos.
- Agua destilada para mantenimiento del densitómetro.
- Alcohol 70º, para cada toma. Siguiendo especificaciones del fabricante.

### D.1. Técnica de Ultrasonografía de calcáneo

La técnica empleada para la medición fue mediante ultrasonidos en calcáneo, para ello se utilizó un densitómetro Lunar Achilles Express (GE Healthcare, Little Chalfont, Gran Bretaña).



**Figura 10.** Densitómetro Lunar Achilles Express

La obtención de datos se hizo por duplicado en cada pie siendo recogido en una hoja de cálculo, para más tarde extraer una media.

La técnica para la obtención de los datos densitométricos fue la siguiente:

1. **Introducción de la información** en el software: ID sujeto, nombre y apellidos, fecha nacimiento, etnia, pie, sexo, altura, peso, etc. (figura 11).

**Figura 11.** Hoja de recogida datos de afiliación (software)

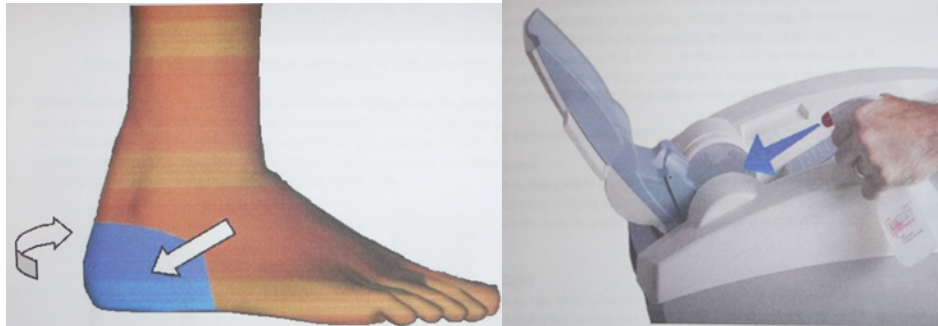
2. **Posicionamiento** del sujeto. Se coloca al sujeto sentado frente al densitómetro en posición recta y cómoda. Se alinean pie, pantorrilla y muslo en el centro del soporte (Figura 12)



**Figura 12.** Posición que adoptan los sujetos a estudio siguiendo especificaciones del fabricante Vista superior y lateral respectivamente del sujeto sentado.

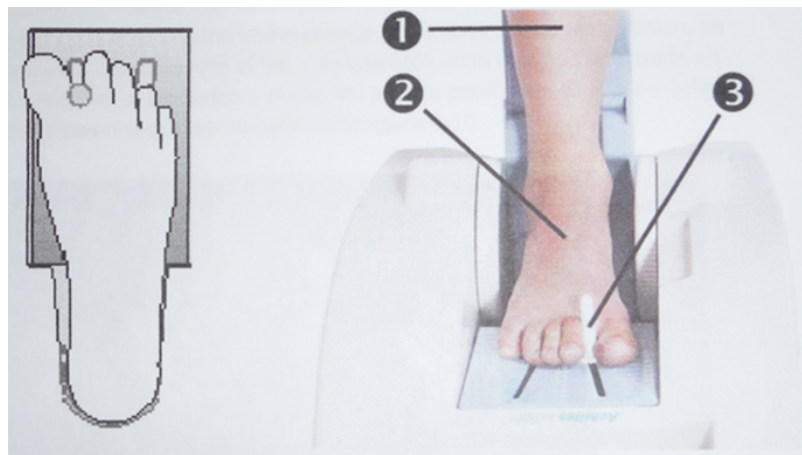
3. **Preparación del sujeto.** Una vez introducida la información en el software y posicionado el sujeto, se procede a vaporizar con abundante alcohol 70º ambas zonas del talón y ambas

membranas del aparato. (Figura 13). En azul, zonas sobre la que se vaporiza alcohol 70° en pie y sobre ambas membranas.



**Figura 13.** Zona del calcáneo y de las membranas del densitómetro.

4. **Asegurar posición del talón.** Para un correcto posicionamiento del talón, se coloca posicionador de dedos. De ese modo aseguramos que el talón está colocado correctamente (Figura 14).

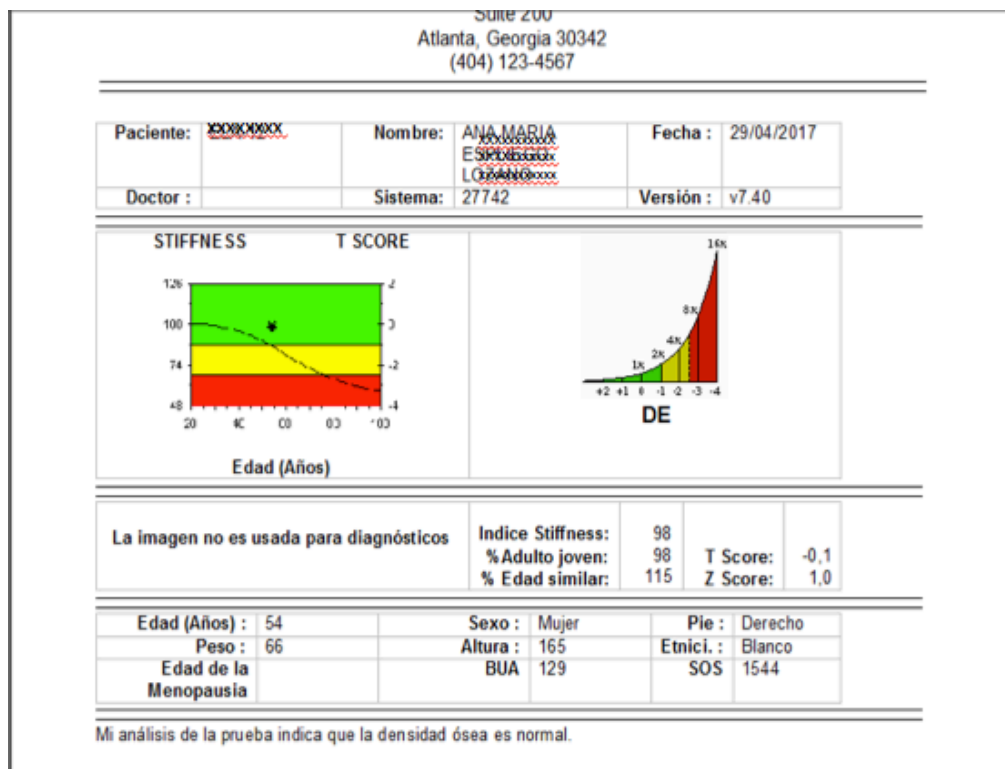


**Figura 14.** Colocación correcta del pie en el densitómetro. Posicionadores digitales del densitómetro.

5. **Inicio de medición.** Una vez introducida toda la información y posicionado el sujeto, desde el pc se ordena el inicio de la medición mediante el software.

6. **Medición.** En este apartado el sujeto debe mantenerse inmóvil hasta que se desinflen ambas membranas que rodean el calcáneo ya que, si no, el aparato detecta el movimiento y marca "error", teniendo que repetir la medición. Llegados a este punto, se hinchan ambas membranas laterales con agua destilada para favorecer el paso de los ultrasonidos. Este proceso tarda <1 minuto.

7. **Hoja de Resultados.** Una vez finaliza la medición, en el PC donde está instalado el software, aparece un PDF con toda la información de la medición (figura 15) con datos del paciente y medidas obtenidas. Estas mediciones se escriben en hoja de cálculo Excel (PC2) en el mismo momento para manejo de datos más cómodo y fácil (Figura 16), PDF del software con resultados obtenidos del sujeto.



**Figura 15.** PDF resultado medición sujeto.

Los datos eran recogidos por duplicado en cada pie para con posterioridad realizar el cálculo de la media.

**Figura 16.** Recogida de datos

## D.2. Parámetros de calidad ósea

La técnica de atenuación de ultrasonidos fue elegida en función de su capacidad para estimar la calidad ósea en adolescentes y adultos jóvenes con un tiempo de examen corto, su facilidad de implementación en las actividades de rutina y la ausencia de efectos adversos. El dispositivo Lunar Achilles Insight es un dispositivo portátil que permite una estimación rápida de 2 parámetros básicos: atenuación de ultrasonido de banda ancha (BUA) y velocidad del sonido (SOS). La BUA se refiere a la absorción de energía por parte de los huesos y tejidos blandos cuando las ondas sonoras viajan a través de ellos. Su unidad es dB/MHz. El aumento de BUA se correlaciona con el aumento del contenido de trabécula ósea. El SOS se refiere a la división de la longitud de la parte del cuerpo estudiada por el tiempo de transmisión de la onda de sonido. Su unidad de medida es el metro por segundo (m/s). El aumento de SOS se correlaciona con la reducción del contenido mineral óseo (Chin y Ima-Nirwana, 2013). Ambas mediciones ecográficas constituyen una variable clínica denominada índice de rigidez que se ha utilizado para determinar el riesgo de fracturas osteoporóticas y es comparable a la DMO que se mide por



DXA (Trimpou, Bosaeus, Bengtsson y Landin-Wilhelmsen, 2010; Xu Y., Gou, Gong, Xu H. Y Bai, 2014).

En nuestro laboratorio, la variabilidad intraoperatoria para BUA y SOS fue de 13.7% y 3.2%, respectivamente. De conformidad con los criterios de la OMS para BUA, las puntuaciones T iguales o inferiores a -1,5 se consideraron una indicación de osteoporosis (Damilakis, Perisinakis y Gourtsoyiannis, 2001). La BMD estimada del talón se calculó utilizando la ecuación  $33 \times (BUA + SOS) - 3.687$  (Frost, Blake y Fogelman, 2000).

### E. Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete de software SPSS versión 21 (IBM Corporation, Chicago, IL, EE. UU.). Los valores cuantitativos se expresaron como medias, desviaciones estándar (DE) e intervalos de confianza del 95%. La distribución de las variables se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Las comparaciones entre los grupos se realizaron al inicio del estudio utilizando las pruebas t de Student. Se utilizó un ANOVA de una vía (grupo sano / personas sedentarias con DI / jugadores de fútbol con ID) para probar las posibles diferencias entre grupos. Se realizó un subanálisis del grupo de participantes con DI para comparar individuos con SD y sin SD. Debido al pequeño tamaño de la muestra, se utilizó la prueba no paramétrica Kurskal-Wallis para este subanálisis. Los coeficientes de correlación de Pearson se calcularon para evaluar el vínculo potencial entre los parámetros de calidad ósea y las variables antropométricas. Los valores de  $p < 0,05$  se consideraron estadísticamente significativos.



## V. Resultados

### 1. Estudio de Antropometría y Composición Corporal

La edad y las características antropométricas generales de los participantes se muestran en la tabla 3. No hubo diferencias de edad entre los dos grupos de discapacidad. Los individuos con SD mostraron una estatura más corta que los participantes no-SD ( $p < 0.001$ ). No se encontraron diferencias entre ambos grupos de jugadores de fútbol de desactivación en peso, IMC, y la superficie del cuerpo.

**Tabla 3.** Características antropométricas generales de la muestra

	DOWN		NO-DOWN		TEST MANN-WHITNEY	
	Media $\pm$ SD	95% CI	Media $\pm$ SD	95% CI	Z	p
<b>Años</b>	23.1 $\pm$ 6.2	20.2-26.2	25.3 $\pm$ 9.1	22.5-28.1	-0.460	0.646
<b>Talla (cm)</b>	158.7 $\pm$ 6.9	155.2-162.1	168.2 $\pm$ 8.9	165.6-170.9	-3.701	0.000
<b>Peso (kg)</b>	69.0 $\pm$ 10.7	63.7-74.3	72.2 $\pm$ 17.8	66.8-77.6	-0.221	0.825
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	27.4 $\pm$ 3.6	25.5-29.2	25.4 $\pm$ 5.0	23.7-27.0	-1.742	0.081
<b>Superf. corporal (m<sup>2</sup>)</b>	1.9 $\pm$ 0.2	1.8-2.0	2.0 $\pm$ 0.3	1.9-2.1	-1.499	0.134
<b>Cintura (cm)</b>	89.9 $\pm$ 13.0	80.7-99.2	93.7 $\pm$ 14.6	88.2-98.9	-0.365	0.715
<b>Perímetro de la cadera (cm)</b>	95.9 $\pm$ 9.6	89.0-102.8	98.4 $\pm$ 12.4	93.8-102.9	-0.425	0.671
<b>Índice cintura/cadera</b>	0.93 $\pm$ 0.05	0.89-0.97	0.95 $\pm$ 0.06	0.92-0.97	-0.517	0.605

Los pliegues cutáneos de la pantorrilla, el muslo y los bíceps subescapulares fueron significativamente más gruesos en individuos con SD que en los que no tienen SD (tabla 4). El pliegue cutáneo más grueso era primero el abdominal y el segundo el muslo en ambos grupos.

Con las mediciones de pliegue cutáneo, se obtuvieron otros factores de adiposidad. El individuo del SD demostró valores más altos en peso gordo, índice gordo del cuerpo, y porcentajes gordos del cuerpo en comparación con el fútbol del no-SD los jugadores, pero sin significación estadística (tabla 4). Sólo el porcentaje de grasa corporal

según la ecuación de Yuhasz mostró diferencias entre los grupos cercanos a ser estadísticamente significativos ( $p = 0.073$ ).

**Tabla 4.** *Parámetros de adiposidad*

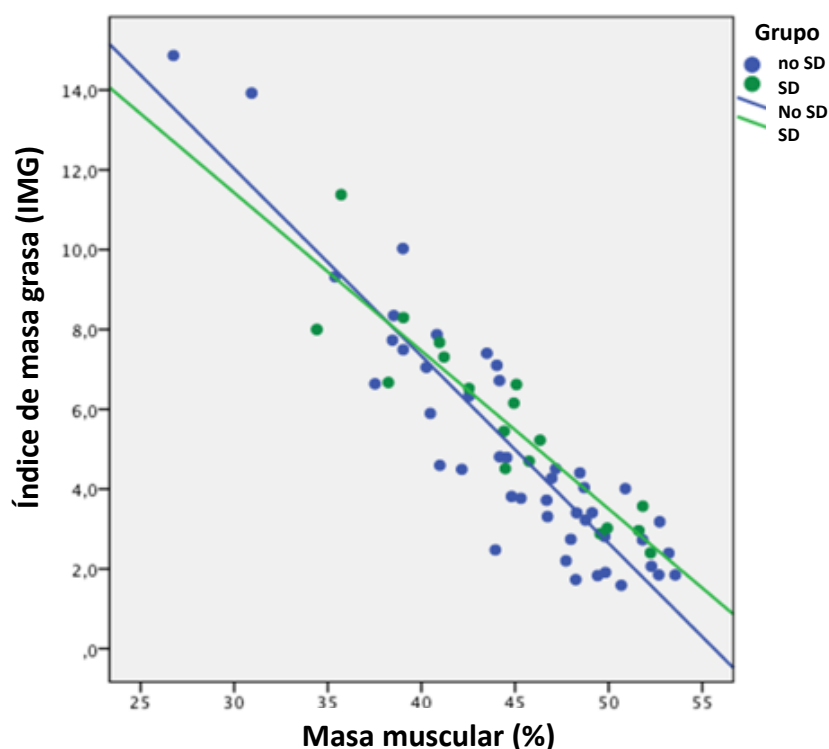
	DOWN		No-DOWN		Test Mann-Whitney	
	Media $\pm$ SD	95% CI	Media $\pm$ SD	95% CI	Z	p
Triceps (mm)	16.4 $\pm$ 8.1	12.3-20.4	14.0 $\pm$ 6.8	11.9-16.1	-0.868	0.385
Biceps (mm)	7.4 $\pm$ 3.7	5.6-9.3	6.8 $\pm$ 4.1	5.6-8.1	-0.734	0.463
Subscapular (mm)	25.1 $\pm$ 11.4	19.4-30.8	19.1 $\pm$ 12.6	15.4-22.9	-1.996	0.046*
Abdominal (mm)	33.3 $\pm$ 15.0	25.8-40.7	27.8 $\pm$ 16.8	22.8-32.9	-1.363	0.173
Suprailiaco (mm)	20.4 $\pm$ 10.8	15.0-25.8	20.1 $\pm$ 13.8	15.9-24.2	-0.670	0.503
Muslo (mm)	31.8 $\pm$ 11.6	26.1-37.6	22.6 $\pm$ 12.5	18.9-26.4	-2.643	0.008*
Pierna (mm)	18.1 $\pm$ 7.6	14.3-21.9	14.2 $\pm$ 9.3	11.4-16.9	-2.150	0.032*
Suma 7 pliegues	152.6 $\pm$ 58.9	123.3-181.9	124.8 $\pm$ 68.5	104.2-145.4	-1.689	0.091
Peso (kg)	14.5 $\pm$ 6.0	11.5-17.5	14.2 $\pm$ 9.3	15.3-17.9	-0.898	0.369
IMG (kg grasa/m <sup>2</sup> )	5.7 $\pm$ 2.3	4.5-6.9	4.9 $\pm$ 3.0	4.0-5.8	-1.537	0.124
Yuhasz %G	17.8 $\pm$ 5.8	14.9-20.8	14.9 $\pm$ 6.8	12.9-17.0	-1.795	0.073
Faulkner %G	20.3 $\pm$ 6.1	17.3-23.4	18.2 $\pm$ 7.1	16.0-20.3	-1.331	0.183

%G: porcentaje de grasa

Todas las mediciones con respecto a la masa corporal magra fueron casi similares en ambos grupos, aunque ligeramente más altas en los participantes que no son SD (tabla 5). Los dos grupos de jugadores de fútbol sólo diferían en la masa ósea, siendo mayor en non-SD ( $p < 0.01$ ).

**Tabla 5.** *Componentes antropométricos generales de la muestra*

	DOWN		NO-DOWN		TEST MANN-WHITNEY	
	Media $\pm$ SD	95% CI	Media $\pm$ SD	95% CI	Z	p
Masa magra (kg)	54.5 $\pm$ 5.8	51.5-57.4	58.0 $\pm$ 9.8	55.0-60.9	-1.385	0.166
Masa ósea (kg)	7.6 $\pm$ 1.0	7.1-8.1	8.8 $\pm$ 1.3	8.4-9.2	-3.302	0.001*
Masa muscular (kg)	30.2 $\pm$ 3.3	28.5-31.8	31.8 $\pm$ 5.2	30.2-33.3	-1.232	0.218
Peso residual (kg)	16.3 $\pm$ 2.6	15.3-17.9	17.4 $\pm$ 4.3	16.1-18.7	-0.221	0.825
Porcentaje muscular	44.3 $\pm$ 5.4	41.6-47.0	45.1 $\pm$ 5.9	43.3-46.9	-1.385	0.584



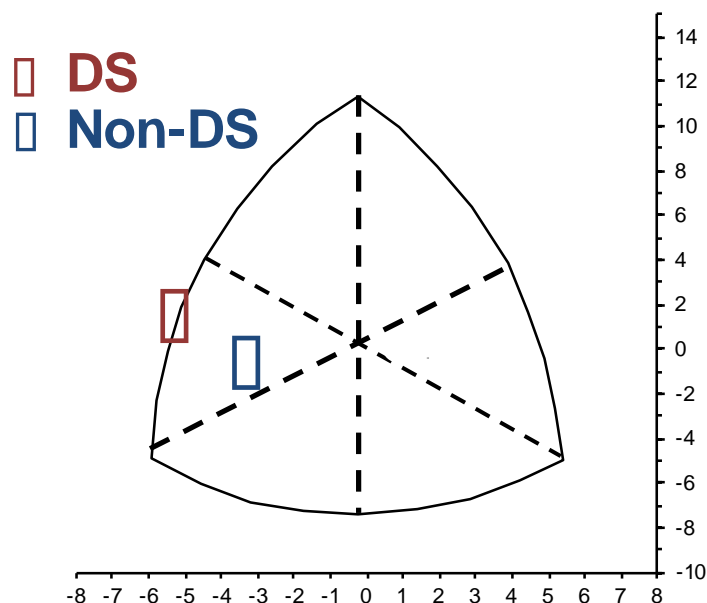
**Figura 17.** Correlación entre el porcentaje de masa muscular y el índice de masa grasa en ambos grupos de jugadores de fútbol con DI

La correlación entre el porcentaje de masa muscular y el índice de masa magra se puede observar como en el 40% y 8 respectivamente se invierten, así como el porcentaje de masa magra es superior en los Down.

En relación con el somatotipo, sólo hubo diferencias significativas entre los dos grupos en los componentes meso y ectomórficos, siendo más altos en sujetos con síndrome de Down (tabla 6). Los participantes del SD demostraron un componente mesomórfico más alto significativo y una ectomorfia más baja (figura 18). La ectomorfia fue mayor en los sujetos de SD, pero sin diferencias estadísticas significativas. La tabla 6 muestra los resultados de los somatotipos de ambos grupos de jugadores de fútbol discapacitados.

**Tabla 6.** Somatotipo

	DOWN	NO-DOWN	TEST MANN-WHITNEY	
	Media $\pm$ SD	Media $\pm$ SD	Z	p
Endomorfia	6.01 $\pm$ 2.18	4.94 $\pm$ 2.39	-1.894	0.058
Mesomorfia	4.25 $\pm$ 1.35	3.15 $\pm$ 1.82	-2.556	0.011*
Ectomorfia	0.41 $\pm$ 0.91	1.63 $\pm$ 1.75	-2.586	0.010*



**Figura 18.** Gráfico de somatotipo para jugadores de fútbol con SD y DI no SD

## 2. Capacidad Cardiorrespiratoria

La tabla 7 recoge los datos más relevantes obtenidos en las pruebas de tolerancia al esfuerzo máximo a las que sometieron los sujetos de ambos grupos, controles sanos y con discapacidad intelectual. En todos los parámetros cardiológicos, metabólicos, ventilatorios y energéticos analizados, salvo la FC en ambos umbrales aeróbico y anaeróbico, existían diferencias significativas entre los dos grupos de participantes. La FC basal al inicio de la prueba fue superior en los sujetos con DI en relación con la de los controles ( $p < 0.001$ ). Sin embargo, a lo largo de la prueba la FC se incrementó más en los sujetos

controles, siendo las diferencias entre ambos grupos estadísticamente significativas en el momento de máximo esfuerzo ( $p < 0.001$ ). El incremento medio de la FC en los sujetos controles a lo largo de la prueba fue de  $124,2 \pm 11,6$  pulsaciones/min, mientras que en los participantes con DI fue de  $79,0 \pm 24,7$  ( $p < 0.001$ ).

Con relación al incremento del consumo de O<sub>2</sub> entre el primer umbral aeróbico y el obtenido en el máximo esfuerzo, los sujetos controles mejoraron un promedio de  $25,6 \pm 6,2$  ml/kg/min, mientras que en los participantes con DI solo mejoraron una media de  $12,5 \pm 7,0$  ( $p < 0.001$ ); es decir, un 48,8% menos. El mismo comportamiento se registró en la ventilación o volumen espiratorio (VE) que se incrementó  $77,5 \pm 24,3$  l/m en los sujetos controles, y  $40,8 \pm 25,2$  ( $p < 0.001$ ) en los participantes con discapacidad intelectual.

**Tabla 7.** *Parámetros cardiológicos, metabólicos, ventilatorios y energéticos obtenidos durante las pruebas de tolerancia al esfuerzo.*

	Controles		Discapacidad Intelectual		Mann-Whitney test	
	Mean $\pm$ SD	95% IC	Mean $\pm$ SD	95% IC	Z	p
<b>Cardiológicas</b>						
<b>FC inicial</b> (latidos/min)	62,4 $\pm$ 10,9	56,8-68,0	76,5 $\pm$ 11,4	73,9-79,2	-4,076	<b>0.000**</b>
<b>FC AT1</b> (latidos/min)	116,3 $\pm$ 21,3	105,3-127,2	114,4 $\pm$ 18,1	110,0-118,8	-0,295	0.768
<b>FC AT2</b> (latidos/min)	151,6 $\pm$ 17,4	142,7-160,6	143,0 $\pm$ 17,3	138,6-147,3	-1,863	0.063
<b>FC max</b> (latidos/min)	186,6 $\pm$ 11,1	180,9-192,3	155,7 $\pm$ 22,8	150,3-161,0	-5,273	<b>0.000**</b>
<b>Metabólicas</b>						
<b>VO<sub>2</sub> AT1</b> (ml/kg/min)	21,5 $\pm$ 3,6	19,7-23,3	18,5 $\pm$ 5,1	17,3-19,8	-2,510	<b>0.012*</b>
<b>VO<sub>2</sub> AT2</b> (ml/kg/min)	32,2 $\pm$ 5,9	29,3-35,3	25,9 $\pm$ 7,9	24,0-27,9	-3,086	<b>0.002**</b>
<b>VO<sub>2</sub> max</b> (ml/kg/min)	47,1 $\pm$ 5,0	44,5-49,6	30,5 $\pm$ 10,8	28,0-33,0	-5,056	<b>0.000**</b>
<b>RER AT1</b> (VO <sub>2</sub> /VO <sub>2</sub> )	0,85 $\pm$ 0,01	0,85-0,86	0,88 $\pm$ 0,06	0,86-0,89	-2,048	<b>0,041*</b>
<b>RER AT2</b> (VO <sub>2</sub> /VO <sub>2</sub> )	1,02 $\pm$ 0,02	1,01-1,04	0,99 $\pm$ 0,07	0,97-1,01	-2,914	<b>0.004**</b>
<b>RER max</b> (VO <sub>2</sub> /VO <sub>2</sub> )	1,26 $\pm$ 0,09	1,21-1,31	1,05 $\pm$ 0,08	1,03-1,07	-5,731	<b>0.000**</b>
<b>METS</b> (Eq. metabólicos)	13,7 $\pm$ 2,2	12,6-14,9	8,0 $\pm$ 3,0	7,3-8,7	-5,419	<b>0.000**</b>
<b>Ventilatorias</b>						
<b>VE AT1</b> (L/min)	36,9 $\pm$ 8,1	32,7-41,0	31,4 $\pm$ 9,6	29,1-33,8	-2,258	<b>0.024*</b>
<b>VE AT2</b> (L/min)	63,4 $\pm$ 19,4	53,4-73,4	51,0 $\pm$ 15,9	47,1-54,9	-2,157	<b>0.031*</b>
<b>VE max</b> (L/min)	114,4 $\pm$ 26,6	100,7-128,0	71,2 $\pm$ 28,9	64,4-77,9	-4,659	<b>0.000**</b>
<b>Energéticas</b>						
<b>Vatios max</b>	318,3 $\pm$ 60,4	287,2-349,3	133,9 $\pm$ 47,4	122,8-144,9	-6,304	<b>0.000**</b>

El cociente respiratorio (RER) en el máximo esfuerzo resulto significativamente mayor en los sujetos controles que en los participantes con DI ( $1,26 \pm 0,09$  vs  $1,05 \pm 0,08$ ;  $p < 0.001$ ) indicando una limitación para el esfuerzo máximo en los sujetos del grupo con DI. De hecho, la proporción de sujetos que no alcanzaron un RER de 1.1 fue mayor en el grupo con DI (49/72; 68,1%) que en el de controles (1/17; 5,9%), siendo la diferencia estadísticamente significativa (Chi-cuadrado: 21,595;  $p < 0,001$ ).

Si se excluyen a los participantes con pruebas de esfuerzo que no superaron un RER de 1.1 en los dos grupos, las diferencias en las distintas variables fueron estadísticamente significativas salvo para la VE, pero solo en el momento de máximo esfuerzo. (Tabla 8).

**Tabla 8.** *Parámetros correspondientes a pruebas de esfuerzo máximo (RER > 1.1)*

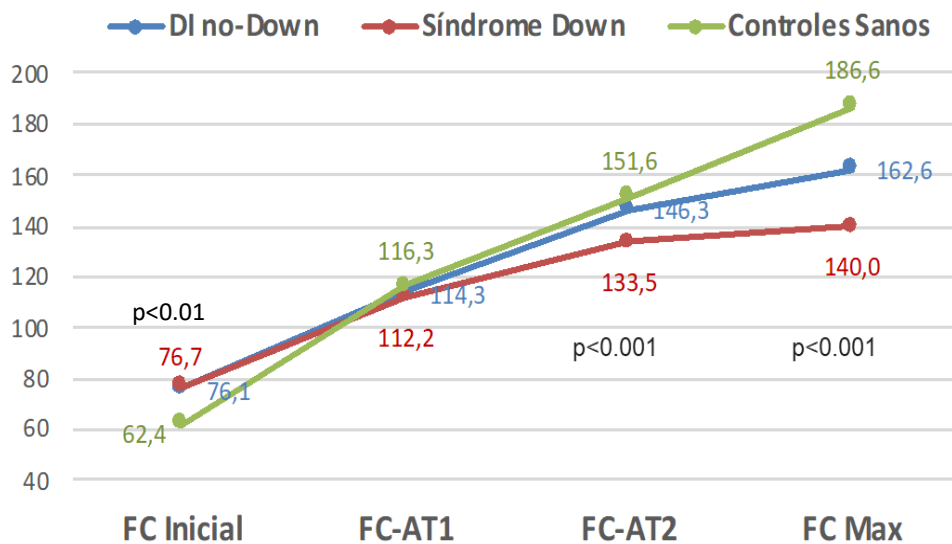
	Controles (n=16)		Discapacidad Intelectual (n=23)		Mann-Whitney test	
	Mean $\pm$ SD	95% IC	Mean $\pm$ SD	95% IC	Z	p
<b>Cardiológicas</b>						
<b>FC max</b> (latidos/min)	186,2 $\pm$ 11,3	180,1-192,2	164,7 $\pm$ 11,7	159,6-169,7	-4,288	<b>0.000**</b>
<b>Metabólicas</b>						
<b>VO<sub>2</sub> max</b> (ml/kg/min)	47,1 $\pm$ 5,1	44,3-49,8	38,6 $\pm$ 10,0	34,2-42,9	-2,601	<b>0.009**</b>
<b>METS</b> (Eq. metabólicos)	14,0 $\pm$ 1,9	12,9-15,1	10,1 $\pm$ 2,7	8,9-11,3	-3,790	<b>0.000**</b>
<b>Ventilatorias</b>						
<b>VE max</b> (L/min)	112,9 $\pm$ 26,7	98,6-127,1	91,7 $\pm$ 26,3	80,3-103,1	-1,942	0.052
<b>Energéticas</b>						
<b>Vatios max</b>	321,1 $\pm$ 61,2	288,4-353,7	160,2 $\pm$ 35,9	144,6-175,7	-5,197	<b>0.000**</b>



## Análisis comparativo de las pruebas de esfuerzo discriminando los participantes con DI en sujetos con Síndrome de Down (SD) y DI no relacionada con Síndrome de Down (no-SD)

### Frecuencia cardiaca (FC)

Al inicio de las pruebas, ambos subgrupos de sujetos con discapacidad (SD y no-SD) presentaron FC superiores a las del grupo control ( $p<0.01$ ), sin que existieran diferencias significativas entre los grupos con DI (Figura 19).



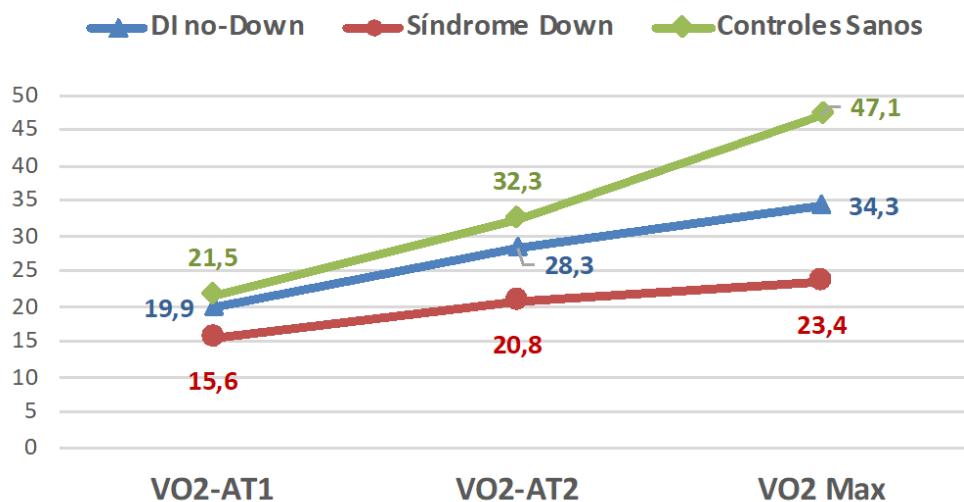
**Figura 19.** Frecuencia cardiaca durante la prueba de esfuerzo en los tres grupos

En los sujetos con SD, la FC en umbral anaeróbico (AT2) y la FC máxima fueron inferiores a las registradas en el grupo de DI no-SD ( $p<0.001$ ) y en los controles ( $p<0.001$ ) (Figura 19). Sin embargo, los sujetos con DI no-SD no mostraron diferencias con respecto a los controles en el umbral anaeróbico. Solo presentaron valores más bajos de FC, con significación estadística, en el momento de máximo esfuerzo.

Considerando el incremento de la FC desde el umbral aeróbico (AT1), en el que las cifras de FC eran similares en los tres grupos, hasta el final de la prueba, se observó un diferente comportamiento del ritmo cardiaco en los sujetos con DI. En los participantes con SD, la FC ascendió solo un promedio de  $62,6 \pm 25,2$  latidos/min. Este incremento fue significativamente más bajo que el que se observó en los sujetos con DI no-SD ( $87,6 \pm 28,9$ ;  $p < 0.001$ ) y en los controles ( $124,1 \pm 11,6$ ;  $p < 0.001$ )

### *Consumo de oxígeno (VO2)*

El consumo de oxígeno máximo por kg de peso ( $VO_{2max}/kg$ ) fue también menor en los individuos con SD ( $23,4 \pm 6,8$ ) en relación con sus pares no-SD  $34,3 \pm 10,6$ ). y a los controles ( $47,1 \pm 5,0$ ) (Figura 20).



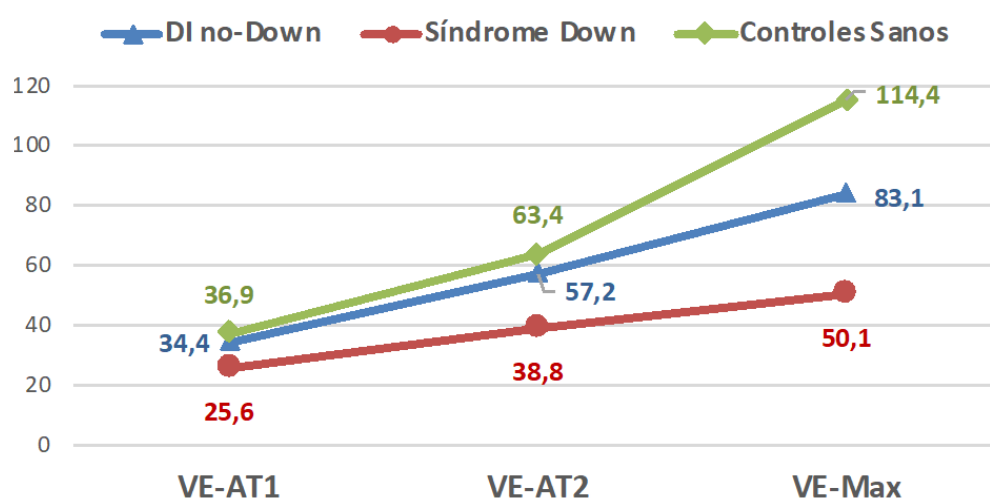
**Figura 20.** Consumo de oxígeno (ml/kg/min) durante la prueba de esfuerzo

Además, los sujetos con SD reflejaron valores inferiores a los de DI no-SD tanto en los umbrales aeróbico como anaeróbico y en máximo esfuerzo ( $p < 0,001$ ). Estas cifras suponen un 39,3% y 16,7% por debajo de las cifras obtenidas en sujetos sanos no deportistas en máximo esfuerzo (figura 20).

En los participantes con SD, el  $\text{VO}_2$  ascendió desde el umbral aeróbico al máximo esfuerzo solo un promedio de  $8,8 \pm 4,1$  ml/kg/min. Este incremento fue significativamente más bajo que el que se observó en los sujetos con DI no-SD ( $14,2 \pm 7,3$ ;  $p < 0.01$ ) y en los controles ( $25,5 \pm 6,2$ ;  $p < 0.01$ ).

### Capacidad ventilatoria (VE)

La ventilación en L/min. en los dos umbrales y en máximo esfuerzo y fueron inferiores en los SD que en los DI no Down (Figura 21). Sin embargo, los sujetos DI no-SD presentaron valores sin diferencias estadísticamente significativas en comparación con los controles en ambos umbrales AT 1 y AT2.



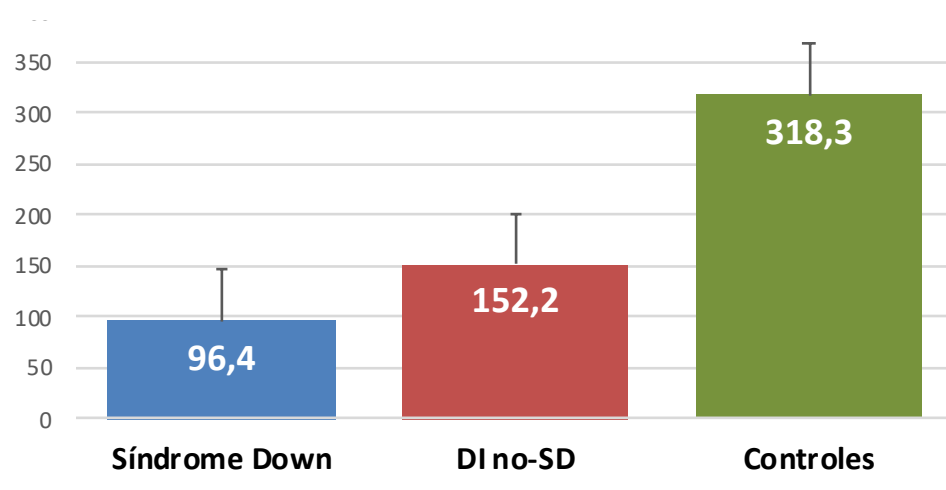
**Figura 21.** Volumen expirado (L/min) durante la prueba de esfuerzo

Los valores promedio de VE-max en participantes con SD fueron de  $50,1 \pm 21,3$  en contraste con  $83,1 \pm 5,9$  ( $p < 0.001$ ) en sujetos con DI no-SD. Los sujetos control exhibieron mayor capacidad ventilatoria máxima ( $114,4 \pm 26,6$ ) y con diferencias estadísticamente significativas con respecto tanto a sujetos con DI, tanto SD como no-SD ( $p < 0.001$  en ambos casos) (Figura 21).

Si consideramos el incremento de VE desde el umbral aeróbico al máximo esfuerzo, los sujetos con SD presentaron un promedio de  $25,5 \pm 15,2$  L/min. Este incremento fue significativamente más bajo que el que se observó en los sujetos con DI no-SD ( $47,6 \pm 25,9$ ;  $p < 0.01$ ) y en los controles ( $77,4 \pm 24,3$ ;  $p < 0.01$ ).

#### *Vatios y Equivalentes metabólicos alcanzados (METS)*

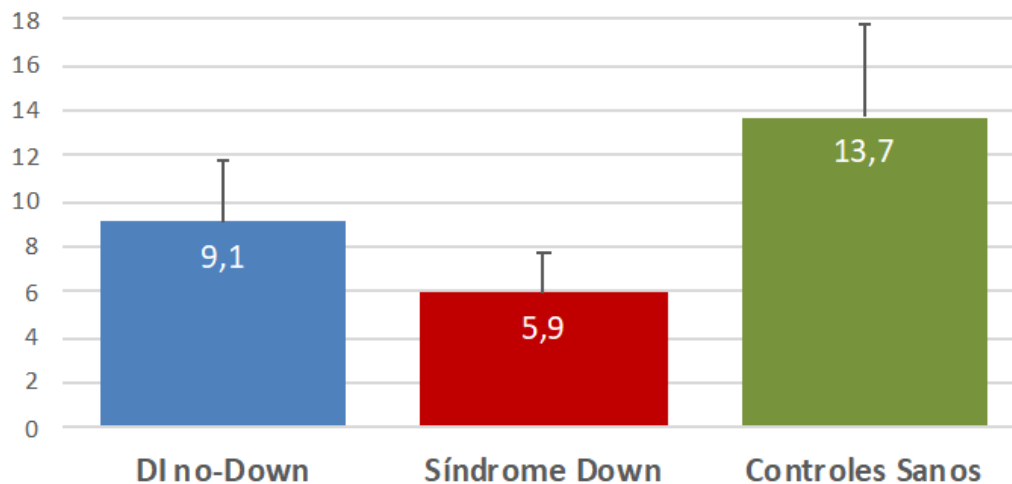
La figura 22 representa los Vatios alcanzados en máximo esfuerzo por cada uno de los grupos participantes. El grupo con menor carga en máximo esfuerzo fue el de SD ( $96,4 \pm 32,1$ ). Los sujetos con DI no-SD alcanzaron valores significativamente más altos que los SD. ( $152,2 \pm 42,8$ ;  $p < 0.001$ ), pero por debajo de los registrados en los controles ( $318,3 \pm 60,6$ ;  $p < 0.001$ ).



**Figura 22.** *Vatios en máximo esfuerzo*

En relación con los equivalentes metabólicos (METS) registrados en los tres grupos de participantes en el momento de máximo esfuerzo, el comportamiento fue muy similar al de la carga en Vatios. (Figura 23). El grupo con METS más bajos fue el de SD ( $5,9 \pm 1,7$ ). Los sujetos

con DI no-SD alcanzaron valores significativamente más altos que los SD ( $9,1 \pm 2,9$ ;  $p < 0.001$ ), pero también por debajo de los registrados en los controles ( $13,7 \pm 2,2$ ;  $p < 0.001$ ).



**Figura 23.** METS en máximo esfuerzo

#### *Cociente Respiratorio máximo (RER)*

La tabla 9 recoge los valores del cociente respiratorio (RER) en los umbrales aeróbico y anaeróbico y en el máximo esfuerzo. Existían diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos de participantes. En el umbral aeróbico, el RER más bajo correspondió al grupo control. En el umbral anaeróbico, el RER más bajo correspondió al grupo de SD, existiendo diferencias significativas solo entre este grupo y el de DI no-SD (Mann-Whitney:  $Z = -2,497$ ;  $p = 0.013$ ). En máximo esfuerzo, las diferencias entre los grupos fueron más acusadas, volviendo a ser el grupo de SD el que presentó las cifras más bajas ( $1,01 \pm 0,09$ ). El grupo control aportó las cifras más altas de RER ( $1,26 \pm 0,09$ ), con diferencias estadísticamente significativas con el grupo de SD (Mann-Whitney:  $Z = -3,477$ ;  $p < 0.001$ ) y con el grupo de DI no-SD (Mann-Whitney:  $Z = -4,022$ ;  $p < 0.001$ ).

**Tabla 9.** Valores del cociente respiratorio (RER) en los umbrales aeróbico y anaeróbico y en el máximo esfuerzo en los tres grupos de participantes

	Controles	S. Down	DI no-SD	Kruskal-Wallis test	
Cociente respiratorio (RER)	Media± DE	Media± DE	Media± DE	Chi-square	p
<b>RER AT1</b>	0,85 ± 0,01	0,87 ± 0,07*	0,88 ± 0,06**	12,351	0.002
<b>RER AT2</b>	1,02 ± 0,02	0,97 ± 0,06	1,00 ± 0,08 <sup>δ</sup>	8,780	0.012
<b>RER máximo</b>	1,26 ± 0,09	1,01 ± 0,09**	1,07 ± 0,07** <sup>δδ</sup>	24,226	0.018

Comparado con controles: (\*) p<0.05; (\*\*) p<0.01

Comparado con S. de Down: (δ) p<0.05; (δδ) p<0.01

AT1: umbral aeróbico; AT2: umbral anaeróbico

Un análisis más detallado de los RER obtenidos en las pruebas reveló que no todos los participantes realizaron una prueba máxima, considerada como aquella en la que el RER superaba el 1.1. La tabla 10 refleja el número y porcentaje de sujetos que realizaron pruebas submáximas (RER<1.1) y máximas (RER>1.1) en cada uno de los grupos. Mientras que en el grupo control el 94,1% de los sujetos realizó una prueba máxima, en el grupo con DI no-SD solo en 35,4% consiguió realizar una prueba máxima, y en el grupo de SD esta cifra bajó al 25%. Esta distribución de pruebas submáximas y máximas en cada grupo no fue homogénea (Chi-cuadrado: 22,300; p<0.001).

**Tabla 10.** Número y porcentaje de sujetos que realizaron pruebas submáximas (RER<1.1) y máximas (RER>1.1) en cada uno de los grupos

			RER > 1.1		Total
			No	Si	
Grupo	Controles	Recuento	1	16	17
		% dentro de Grupo	5,9%	94,1%	100,0%
	DI no Down	Recuento	31	17	48
		% dentro de Grupo	64,6%	35,4%	100,0%
	Síndrome Down	Recuento	18	6	24
		% dentro de Grupo	75,0%	25,0%	100,0%
Total		Recuento	50	39	89
		% dentro de Grupo	56,2%	43,8%	100,0%

Chi-cuadrado: 22,300; p<0.001

Dadas esas diferencias entre los grupos en la consecución de pruebas máximas, consideramos necesario presentar separadamente las diferencias entre los grupos en las pruebas submáximas y máximas.

La tabla 11 presenta los datos comparativos de las pruebas submáximas entre el grupo con SD y el de DI no-SD. No se comparó el grupo control porque solo un sujeto de ese grupo no alcanzó la prueba máxima.

**Tabla 11.** Pruebas submáximas

	S. de Down	DI no Down	Mann-Whitney test	
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Z	p
<b>Cardiológicas</b>				
<b>FC inicial</b> (latidos/min)	75,3 $\pm$ 10,1	78,6 $\pm$ 11,8	-1,080	0.280
<b>FC AT1</b> (latidos/min)	109,6 $\pm$ 11,5	119,1 $\pm$ 16,3	-1,867	0.062
<b>FC AT2</b> (latidos/min)	127,9 $\pm$ 14,1	148,0 $\pm$ 19,1	-3,004	<b>0.003*</b>
<b>FC max</b> (latidos/min)	132,5 $\pm$ 23,7	161,3 $\pm$ 20,4	-3,818	<b>0.000**</b>
<b>Metabólicas</b>				
<b>VO<sub>2</sub> AT1</b> (ml/kg/min)	15,4 $\pm$ 2,8	18,0 $\pm$ 5,2	-1,620	0.105
<b>VO<sub>2</sub> AT2</b> (ml/kg/min)	19,8 $\pm$ 4,2	24,8 $\pm$ 7,7	-2,052	<b>0.040*</b>
<b>VO<sub>2</sub> max</b> (ml/kg/min)	22,0 $\pm$ 7,1	29,3 $\pm$ 8,9	-2,744	<b>0.006*</b>
<b>RER max</b>	0,98 $\pm$ 0,08	1,03 $\pm$ 0,04	-1,637	0.102
<b>Ventilatorias</b>				
<b>VE AT1</b> (L/min)	23,4 $\pm$ 8,0	33,1 $\pm$ 8,8	-3,071	<b>0.002*</b>
<b>VE AT2</b> (L/min)	34,5 $\pm$ 14,2	52,5 $\pm$ 12,4	-3,767	<b>0.000**</b>
<b>VE max</b> (L/min)	42,6 $\pm$ 19,6	70,7 $\pm$ 19,3	-4,138	<b>0.000**</b>
<b>Energéticas</b>				
<b>Wattios max</b>	88,1 $\pm$ 27,9	136,8 $\pm$ 41,0	-4,024	<b>0.000**</b>
<b>METS</b> (Equivalentes metabólicos)	5,5 $\pm$ 1,6	7,7 $\pm$ 2,5	-2,863	<b>0.004*</b>

**Tabla 12.** Pruebas máximas (RER>1.1)

	Controles	S. Down	DI no-SD	Kruskal-Wallis test	
<i>Cardiológicas</i>	Media± DE	Media± DE	Media± DE	Chi-square	p
<b>FC inicial</b> (Latidos/min)	61,2 ± 9,9	79,3 ± 13,5	73,9 ± 11,7	12,228	0.002
<b>FC AT1</b> (Latidos/min)	113,4 ± 18,3	118,6 ± 14,0	108,5 ± 24,5	2,181	0.336
<b>FC AT2</b> (Latidos/min)	149,8 ± 16,2	142,0± 10,1	146,1± 12,7	1,394	0.498
<b>FC max</b> (Latidos/min)	186,2 ± 11,3	157,5 ± 13,0	167,2± 10,4	19,840	0.000
<i>Metabólicas</i>					
<b>VO<sub>2</sub> AT1</b> (ml/kg/min)	20,9 ± 3,0	16,1 ± 2,5	22,9 ± 4,5	12,349	0.002
<b>VO<sub>2</sub> AT2</b> (ml/kg/min)	31,9 ± 5,9	22,3 ± 3,5	33,6 ± 5,5	11,970	0.003
<b>VO<sub>2</sub> max</b> (ml/kg/min)	47,1 ± 5,1	26,3 ± 4,7	42,9 ± 7,4	15,470	0.000
<i>Ventilatorias</i>					
<b>VE AT1</b> (L/min)	36,0 ± 7,4	31,0 ± 6,0	34,8 ± 9,1	1,170	0.557
<b>VE AT2</b> (L/min)	62,0 ± 19,1	45,6 ± 6,0	61,5 ± 9,9	11,752	0.003
<b>VE max</b> (L/min)	112,9 ± 26,7	66,8 ± 14,2	100,5 ± 23,9	10,714	0.005
<i>Energéticas</i>					
<b>Wattios max</b>	321,1± 61,2	121,3 ± 33,1	173,9 ± 25,7	30,000	0.000
<b>METS</b> (Equiv. metabólicos)	14,0 ± 1,9	6,7± 1,4	11,3 ± 2.0	20,415	0.000

**Tabla 13.** Diferencias entre Grupo control y Síndrome de Down

	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintótica (bilateral)	Significación exacta [2* (sig. unilateral)]
FCInicial	12,000	148,000	-2,656	,008	,006 <sup>b</sup>
FCAT1	38,500	174,500	-,701	,483	,494 <sup>b</sup>
FCAT2	36,000	57,000	-,889	,374	,407 <sup>b</sup>
FCMax	5,500	26,500	-3,145	,002	,001 <sup>b</sup>
VO2KgAT1	9,000	30,000	-2,879	,004	,002 <sup>b</sup>
VO2kgAT2	7,000	28,000	-3,024	,002	,001 <sup>b</sup>
VO2Max	,000	21,000	-3,540	,000	,000 <sup>b</sup>
VEAT1	32,000	53,000	-1,181	,238	,261 <sup>b</sup>
VEAT2	12,000	33,000	-2,655	,008	,006 <sup>b</sup>
VEMax	5,000	26,000	-3,171	,002	,001 <sup>b</sup>
RERMax	1,000	22,000	-3,477	,001	,000 <sup>b</sup>
WATSMMax	,000	21,000	-3,540	,000	,000 <sup>b</sup>
METS	1,000	22,000	-3,495	,000	,000 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Grupo

b. No corregido para empates.



**Tabla 14.** Diferencias entre Grupo control y DI no- SD

	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintótica (bilateral)	Significación exacta [2* (sig. unilateral)]
FCInicial	54,000	190,000	-2,957	,003	,002 <sup>b</sup>
FCAT1	110,500	263,500	-,920	,357	,363 <sup>b</sup>
FCAT2	107,500	260,500	-1,029	,304	,309 <sup>b</sup>
FCMax	28,500	181,500	-3,879	,000	,000 <sup>b</sup>
VO2KgAT1	94,000	230,000	-1,514	,130	,136 <sup>b</sup>
VO2kgAT2	106,000	242,000	-1,082	,279	,292 <sup>b</sup>
VO2Max	93,000	246,000	-1,552	,121	,127 <sup>b</sup>
VEAT1	121,000	274,000	-,541	,589	,606 <sup>b</sup>
VEAT2	95,500	231,500	-1,461	,144	,146 <sup>b</sup>
VEMax	111,000	264,000	-,901	,368	,382 <sup>b</sup>
RERMax	24,500	177,500	-4,022	,000	,000 <sup>b</sup>
WATSMMax	2,000	155,000	-4,828	,000	,000 <sup>b</sup>
METS	50,500	203,500	-3,089	,002	,001 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Grupo

b. No corregido para empates.

### 3. Calidad ósea

La Tabla 15 muestra los resultados de la evaluación QUS y la DMO estimada en los 3 grupos. No hubo diferencias observables en ningún parámetro entre los individuos sedentarios sanos y los participantes con identificación (jugadores sedentarios y jugadores de fútbol con identificación). Sin embargo, se encontraron algunas diferencias entre los 2 subgrupos de identificación en los parámetros óseos. SOS, T-score y la DMO estimada fueron mayores en los jugadores de fútbol con DI ( $p < 0.05$  en las 3 mediciones) que en los participantes sedentarios con DI. Aunque no se encontraron diferencias obvias entre los jugadores de fútbol con identificación y los controles sedentarios saludables, los participantes con identificación que participan en el fútbol competitivo mostraron puntuaciones T más altas que sus contrapartes de identificación sedentaria.

**Tabla 15.** *Parámetros óseos obtenidos por QUS en los tres grupos de participantes*

	Controles sedentarios Mean ± SD	DI sedentarios Mean ± SD	DI jugadores de fútbol Mean ± SD	Controles vs DI sedentarios Significancia Z (p)	Controles vs DI jugadores Significancia Z (p)	DI sedentarios vs DI jugadores Significancia Z (p)
<b>BUA (db/Mhz)</b>	128.5 ± 13.4	127.3 ± 18.9	126.4 ± 17.3	-0.840 (0.401)	-0.125 (0.901)	-0.756 (0.449)
<b>SOS (m/s)</b>	1585.0 ± 36.4	1568.1 ± 54.3	1590.6 ± 40.3	-1.644 (0.100)	-0.522 (0.601)	-2.427 (0.015*)
<b>Índice de rigidez</b>	109.2 ± 20.9	103.8 ± 22.3	108.9 ± 16.7	-1.523 (0.128)	-0.061 (0.951)	-1.589 (0.112)
<b>T-score</b>	0.47 ± 0.96	0.19 ± 1.67	0.74 ± 1.30	-1.514 (0.130)	-0.852 (0.394)	-2.115 (0.034*)
<b>DMO (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0.754 ± 0.109	0.707 ± 0.126	0.763 ± 0.116	-1.607 (0.108)	-0.259 (0.796)	-2.159 (0.031*)

(\*) p&lt;0.05; (\*\*) p&lt;0.01

El subanálisis por etiología de la identificación reveló que los participantes con SD que participan en el fútbol no tenían diferencias en ninguno de los parámetros de calidad ósea medidos en comparación con los participantes sedentarios en la SD (Tabla 16). Curiosamente, los jugadores de fútbol con DI sin SD mostraron con regularidad mejores parámetros de calidad de hueso por ultrasonografía que los individuos sedentarios con DI sin SD. A excepción de BUA, estos últimos participantes presentaron los valores medios más bajos de todos los parámetros (Tabla 16). Se encontraron diferencias significativas en la SOS ( $p < 0.01$ ), las puntuaciones T ( $p < 0.01$ ) y la DMO estimada ( $p < 0.01$ ). El índice de rigidez también fue significativamente mayor en los jugadores de fútbol con DI sin SD ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 16.** *Parámetros óseos obtenidos por QUS en los tres grupos de participantes*

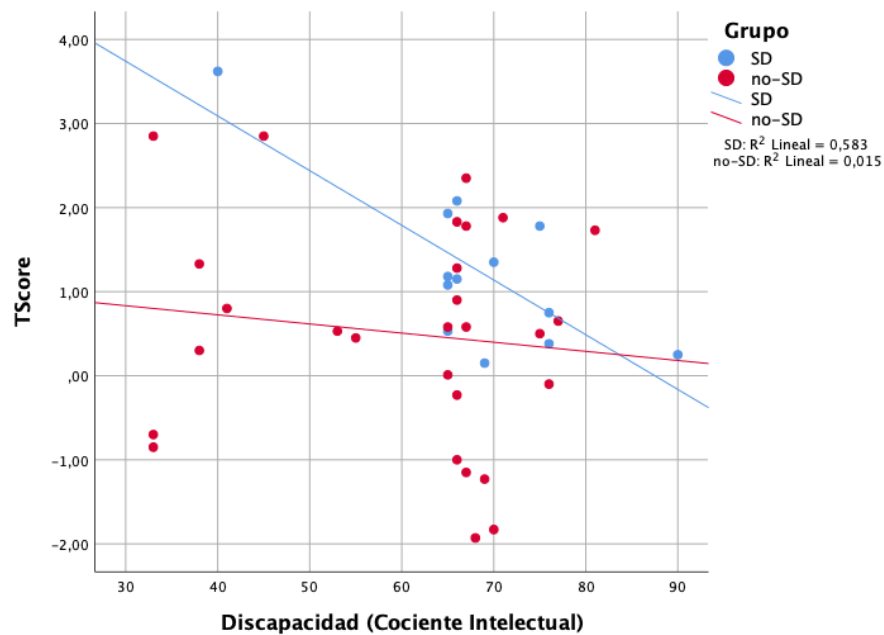
	Síndrome de Down (SD)			DI no-SD			SD versus no-SD	SD versus no-SD
	Sedentarios Mean ± SD	Jugadores Fútbol Mean ± SD	Sig. Z (p)	Sedentarios Mean ± SD	Jugadores Fútbol Mean ± SD	Sig. Z (p)	Sig. Z (p)	Sig. Z (p)
<b>BUA (db/Mhz)</b>	128.7 ± 26.5	120.1 ± 19.5	-0.416 (0.678)	126.2 ± 11.3	129.8 ± 15.2	-1.032 (0.302)	-0.217 (0.828)	-2.121 (0.034)*
<b>SOS (m/s)</b>	1603.6 ± 55.9	1614.2 ± 37.7	-1,266 (0.205)	1540.8 ± 34.5	1578.6 ± 36.3	-2.979 (0.003)**	-2.853 (0.004)**	-3.665 (0.003)**
<b>Índice Rigidez</b>	114.7 ± 25.3	111.1 ± 13.4	-0.063 (0.940)	95.5 ± 16.1	107.9 ± 18.1	-2.284 (0.022)*	-1.955 (0.049)*	-0.661 (0.509)
<b>T-score</b>	1.03 ± 1.93	0.85 ± 1.00	-0.224 (0.823)	-0.57 ± 0.93	0.68 ± 1.44	-2.795 (0.005)**	-2.220 (0.024)*	-0.487 (0.626)
<b>DMO (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0.803 ± 0.169	0.808 ± 0.095	-0,756 (0,450)	0.634 ± 0.113	0.741 ± 0.120	-2.647 (0.008)**	-2.420 (0,015)*	-2,273 (0.023)*

Al analizar los hallazgos del estudio en participantes sedentarios con DI, se observó que los participantes con DI sin SD exhiben puntuaciones T más bajas que los individuos con SD ( $-0.57-0.03$  vs.  $1.03-71.93$ ;  $p < 0.05$ ). Las cifras para la DMO mostraron la misma tendencia ( $0.634 \pm 0.013$  vs  $0.803 \pm 0.169$ ). Estos hallazgos indican una mala calidad ósea en participantes sedentarios con DI sin SD.

Ninguno de los participantes con SD (jugadores sedentarios o de fútbol) mostró puntuaciones T menores a  $-1.5$ , que fue el valor de corte para la osteoporosis utilizando QUS. Cuatro de los 45 jugadores de fútbol con DI sin SD (8,9%) y 2 de los 14 participantes sedentarios con DI sin SD (14,3%) tuvieron puntuaciones T inferiores a  $-1,5$ .

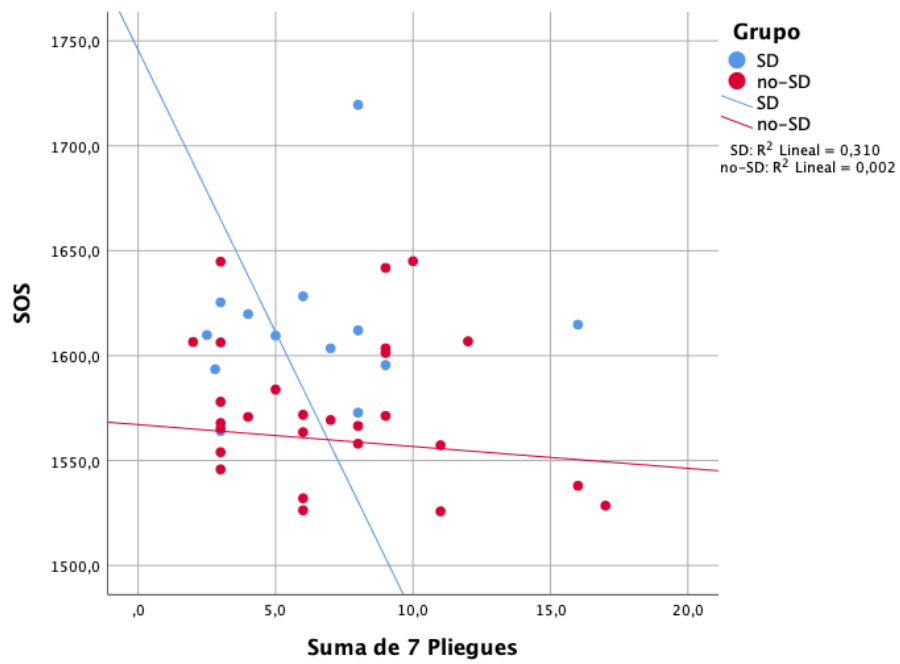
*Interrelaciones entre nivel de discapacidad, medidas antropométricas y parámetros de calidad ósea.*

En los participantes con DI analizados en conjunto, no hubo correlación entre el nivel de DI y cualquier de las medidas antropométricas o los parámetros de calidad ósea. Sin embargo, en los jugadores de fútbol con SD, los valores del índice la rigidez y del T-score tenían correlaciones negativas con el nivel de discapacidad ( $r = -0.765$ ;  $p < 0.01$ , y  $r = -0.764$ ;  $p < 0,01$ , respectivamente) (Fig. 24).



**Figura 24.** Correlación entre el nivel de discapacidad evaluado por el cociente intelectual y los valores de T-score de la densitometría.

Al analizar las correlaciones entre las medidas antropométricas y los parámetros de calidad ósea obtenidos mediante QUS en los jugadores de fútbol con DI, solo se detectó una ligera correlación negativa entre la suma de los 7 pliegues cutáneos y la velocidad de transmisión SOS ( $r = -0.314$ ;  $p < 0.05$ ). Cuando los 2 grupos de jugadores de fútbol con DI (SD y no SD) se analizaron por separado, la correlación entre la suma de los 7 pliegues cutáneos y SOS solo era evidente en los participantes con SD ( $r = -0.556$ ;  $p < 0.05$ ), pero no en los jugadores sin SD ( $r = -0.046$ ;  $p = 0,815$ ) (Fig. 25).



**Figura 25.** Correlación entre la suma de 7 pliegues cutáneos y los valores de SOS en la densitometría en cada subgrupo de individuos con DI.



## **VI. Discusión**

### **1. Antropometría y composición corporal de jugadores de fútbol adaptado con DI**

El objetivo del presente estudio fue determinar las características antropométricas y la composición corporal de un grupo de futbolistas con DI. Esta investigación muestra por primera vez que el perfil de composición corporal de adultos jóvenes con síndrome de Down involucrados en deporte competitivo difiere ligeramente de otros atletas discapacitados que participan en la misma modalidad deportiva. Como en el caso de individuos sedentarios con SD, los que participan en competiciones de fútbol tienden también a presentar altos niveles de grasa total y regional (subescapular y extremidades inferiores). Desde el punto de vista de la composición corporal, los individuos con SD difieren de los jugadores con DI no-SD solamente en la cantidad de masa ósea. Los participantes con SD tienen más masa magra, más masa y porcentaje musculares, pero las diferencias con los jugadores que no son SD no fueron estadísticamente significativas.

El perfil antropométrico observado en ambos grupos de jugadores del fútbol (SD/no-SD) en términos de distribución grasa está por debajo de los estándares descritos en otros estudios para individuos con SD (Silva, Tonello, Gorla y Calegari, 2007; Mendonça y Pereira, 2008; Florentino y cols., 2010;). Todos estos estudios refieren valores más elevados de porcentaje de grasa corporal que los que se describen en nuestro estudio. A favor de estas diferencias están las características de nuestra muestra que practica regularmente fútbol adaptado a nivel competitivo. En este sentido, cabe destacar que no existen aún estudios sobre el perfil antropométrico y la composición corporal de individuos con algún tipo de DI implicados en deportes adaptados. Por lo tanto, la comparación del estudio actual con otros

previos es difícil de establecer. Se presume que la ausencia de estos estudios puede estar relacionado con la mayor dificultad en la realización de las técnicas de medición en estos sujetos y la falta de protocolos específicos de evaluación.

Algunos estudios que incluyen adultos en la muestra han mostrado una tendencia hacia un IMC más alto y porcentaje de grasa corporal en grupos con SD en comparación con aquellos sin DI (Baptista, Varela y Sardinha, 2005). En el trabajo de Baptista y cols. (2005), calculan la masa muscular total sugerida por Heymsfield y cols. (1990) utilizando datos de absorciometría de rayos X de doble energía y encuentran valores más bajos tanto en varones como en mujeres con SD en comparación con sujetos sin DI.

Los escasos estudios que investigan la influencia de diferentes ejercicios y protocolos de entrenamiento sobre los niveles de tejido adiposo en sujetos sedentarios de SD han mostrado cambios en el perfil de composición corporal que reflejan una pérdida de masa corporal total y un aumento en la masa muscular (Carmeli, Kessel, Coleman y Ayalon, 2002; Tsimaras y Fotiadou, 2004; Ordoñez y cols., 2006). La ganancia en masa muscular y consecuentemente en fuerza es crucial para las personas con DI especialmente aquellas con SD donde la hipotonía muscular supone un lastre funcional.

Diversos estudios epidemiológicos indican que las personas con SD necesitan disminuir sus niveles de grasa corporal, principalmente porque consideran que el sobrepeso y la obesidad están directamente asociados con el deterioro de la salud y de la calidad de vida (Soler Marín y Xandri Graupera, 2011).

La literatura científica refiere que algunas de las características clínicas de los individuos con SD tales como la hipotonicidad muscular, la laxitud ligamentosa y articular, la obesidad moderada, un sistema



respiratorio y cardiovascular no completamente desarrollado y la estatura (piernas cortas y brazos en relación con el torso) tienen una influencia decisiva en la práctica de ejercicio físico de esta población (Pitetti y cols., 1993). Además, se han descrito también alteraciones del equilibrio y dificultades de percepción sensorial que dificultan la práctica deportiva en los individuos con SD (Alsakhawi y Elshafey, 2019). Una de las preocupaciones más importantes con respecto a la práctica deportiva de estos sujetos es la inestabilidad atlantoaxial, ya que la participación en las actividades deportivas de contacto está contraindicada en esos casos (Pueschel, 1998).

En cualquier caso, en este estudio antropométrico se deben reconocer algunas limitaciones. P.ej. no se tuvo en cuenta el estado de hidratación de los participantes; sin embargo, como las mediciones se tomaron a las mismas horas esto no debe afectar mucho los resultados. El tamaño muestral es relativamente limitado, sobre todo en los casos con SD; sin embargo, el número de participantes es mayor que la mayoría de los estudios publicados anteriormente en adolescentes con SD, (González-Agüero y cols., 2010). Las características de los sujetos -jugadores de fútbol con DI- realzan el valor de este trabajo. Esta es la muestra más grande de adolescentes varones y adultos jóvenes con DI (y SD) involucrados en deportes competitivos que se ha incluido en un solo estudio hasta la fecha. Además, el hecho de que se incluyeron dos métodos de referencia diferentes (Yuhasz y Faulkner) y el índice de grasa corporal agrega valor al presente estudio.

Debido al diseño descriptivo del estudio, no se puede establecer la naturaleza de la asociación entre la composición corporal y el SD. En trabajos futuros, este estudio se beneficiará de una investigación longitudinal para evaluar los cambios en la composición corporal en esta población específica.

Finalmente, este estudio muestra que, incluso practicando fútbol a nivel competitivo, los adolescentes y adultos jóvenes con SD muestran una alta masa grasa total y regional. En términos de pronóstico, esta alta adiposidad junto con los niveles más bajos de capacidades cardiovasculares y de fuerza descritos en esta población, podría resultar en un alto riesgo de eventos adversos al realizar deportes competitivos. En futuras investigaciones, se podría prestar más atención a los límites e implicaciones para su salud y la posible intervención a través del deporte. Se necesita más investigación en este campo.

## 2. Capacidad Cardiorrespiratoria en Individuos con DI involucrados en fútbol inclusivo a nivel competitivo

Considerando los valores de  $VO_2$ , este estudio demuestra que la aptitud cardiovascular de los sujetos con DI involucrados en deporte adaptado fue baja comparándolos con los de un grupo control de sujetos sanos que practican deporte de ocio. Estos hallazgos son similares a los descritos previamente en individuos sedentarios con discapacidad intelectual (Fernhall y Tymeson 1987; Pitetti, Fernandez, Stafford y Stubbs, 1988; Fernhall y cols. 1989, Pitetti y Tan, 1990; Pollock y Wilmore 1990; Kittredge y cols., 1994). Además, los individuos con DI no relacionada con el SD presentaron valores significativamente mayores que los sujetos con SD. Estos datos confirman también lo referido en investigaciones anteriores respecto la diferencia entre SD y DI no-SD, aunque en población no involucrada en deporte adaptado. Los sujetos con SD que practican fútbol adaptado de nivel competitivo exhiben valores más bajos de  $VO_2$  que sus pares con DI sin SD (Pitetti y cols., 1988; Fernhall y cols., 1989; Pitetti y Tan, 1991).

La novedad de nuestro estudio es el tipo de población con DI analizado. Hasta la fecha, los estudios de capacidad aeróbica o aptitud

cardiovascular en población con DI se han limitado a sujetos con estilo de vida sedentario. En el presente estudio, la población consiste en sujetos con DI involucrados en deporte inclusivo de tipo competitivo, en concreto, fútbol adaptado. Este estudio es el primero en demostrar diferencias en las FC máximas y en el consumo máximo de oxígeno entre personas con DI y personas con síndrome de Down, todos ellos involucrados en deporte adaptado a nivel competitivo. Curiosamente, los sujetos con DI no relacionada con el SD presentaban también FCmax menores que un grupo control de sujetos sin DI practicantes de deporte a nivel ocio, pero no se presentaban diferencias en el VO2max. Las investigaciones previas habían demostrado que, en individuos sedentarios con SD, su menor FCmax y VO2max se podría relacionar en cierta medida con su peculiar respuesta al ejercicio del sistema nervioso autónomo (Vis, De Bruin-Bon, Bouma, Huisman, Imschoot, Van den Brink Y Mulder, 2012; Bunsawat, Gouloupoulou, Collier, Figueroa, Pitetti y Baynard, 2015). Nuestros datos están en concordancia con esos resultados previos en los que se sugiere que la alteración del sistema nervioso autónomo de la regulación cardíaca puede estar presente no solo en personas con SD, sino también en otros tipos de DI.

Al igual que en población sedentaria, el grupo con DI no-SD involucrado en deporte difiere de sus pares con SD. Aunque la mayoría de los estudios muestran valores bajos de VO2 para estos sujetos no-SD, algunas investigaciones han descrito valores promedio más altos de VO2max (Schurrer, Weltman y Brammel, 1985; Rintala, Dunn, McCubbin y Quinn, 1992). De hecho, Rintala y cols. (1992) observaron que dos de los sujetos en su estudio tenían valores máximos de VO2 superiores a 55 ml/kg/min. En nuestro estudio, 2 de los sujetos con DI no-SD presentaron valores de VO2max superiores a 50ml/kg/min similares a los valores más altos de VO2max de los sujetos del grupo control. Además, cuando se analizaron exclusivamente los resultados

de las pruebas de esfuerzo máximas ( $RER > 1.1$ ), no existían diferencias entre los sujetos con DI no-SD y los controles. Estos datos sugieren que las personas con DI sin SD pueden alcanzar niveles de aptitud cardiovascular similares a los sujetos sin DI de su misma edad. De hecho, McCubbin y cols. (1994) describieron que nueve corredores entrenados con discapacidad intelectual, pero sin SD, llegaron a alcanzar un promedio de  $VO_{2max}$  de 59 ml/kg/min. Estos datos reafirman la teoría propuesta inicialmente por Schurrer y cols. (1985) y Pitetti y Tan (1991) de que, bajo un buen entrenamiento aeróbico, los sujetos con DI pueden alcanzar los mismos niveles de adaptación cardiovascular que los sujetos sin DI.

Es importante tener en cuenta que las personas con SD son de hecho diferentes de sus contrapartes, no solo en el IMC, sino también en la potencia aeróbica máxima y pico de FC. Ciertamente, uno de los factores que contribuyen a la disminución de la tolerancia al ejercicio en esta población es la IMC más alto, pero esto no explica completamente el bajo  $VO_{2max}$  de estos sujetos. Las personas con SD parecen ser incapaces de alcanzar los mismos niveles de aptitud cardiovascular, colocando a estos individuos en una clara desventaja funcional. Al contrario de lo que ocurre con los sujetos con DI no relacionada con el SD, Millar y cols. (1993) ya mostraron que las personas con SD no mejoraron el  $VO_{2max}$  después de un programa de entrenamiento de 10 semanas. Por lo tanto, es posible que las alteraciones fisiológicas asociadas con el SD tengan un impacto negativo en el  $VO_{2max}$ , y hagan inviable que estos individuos mejoren el  $VO_{2max}$  siguiendo un programa de entrenamiento estándar (Millar, Fernhall y Burkett, 1993).

La literatura ha corroborado que las frecuencias cardíacas máximas de adolescente y adultos con DI, obtenidas bien por test de campo o en cinta, están ordinariamente entre un 8% y un 30% más bajas que la frecuencia cardíaca máxima estimada para la edad

(Fernhall y Tymeson, 1987; 1988; Pitetti y cols., 1988; Fernhall y cols., 1989; Pitetti, Jackson, Stubbs, Campbell y Battar, 1989; Pitetti y Tan, 1990; Fernhall, Millar, Tymeson y Burkett, 1991; Pitetti, Climstein, Campbell, Barret y Jackson, 1992). De hecho, hasta la fecha, ningún estudio ha investigado las frecuencias cardíacas máximas esperadas para esta población, ni siquiera en los pocos casos en que fueron valorados individuos con DI bien condicionados que también tenían frecuencias cardíacas máximas inferiores a las esperadas (Rintala y cols., 1992; McCubbin, Frey, Kasser, Skaggs y Wilcox, 1994). En un estudio que recoge una serie relativamente amplia de sujetos con DI, los varones con DI no-SD alcanzaron el 90% de su frecuencia cardíaca máxima predicha por la edad, y los sujetos con SD solo llegaron al 84% (Fernhall y cols., 1996). Estas frecuencias cardíacas máximas fueron aproximadamente 1 y 2 desviaciones estándar por debajo del máximo previsto para la edad (Pollock y Wilmore, 1990).

Nuestro estudio es concordante con los datos previos si consideramos la serie en su conjunto: Las personas con SD alcanzaron frecuencias cardíacas máximas significativamente más bajas que las que se registraron en los sujetos con DI no-SD (80,7% y 93,2% de las previstas por edad). Las diferencias fueron altamente significativas entre ambos grupos (Mann-Whitney test:  $Z=-4,083$ ;  $p>0.001$ ). Sin embargo, analizando solo las pruebas máximas ( $RER>1.1$ ), los sujetos con SD alcanzaron el 91,3% de la FC máxima prevista para la edad, y los sujetos con DI son SD llegaron al 96,1%. Las diferencias ya no fueron significativas entre ambos grupos (Mann-Whitney test:  $Z=-1,750$ ;  $p=0.08$ ). Las cifras absolutas de FC máxima fueron significativamente inferiores en los sujetos con SD que en los Di no-SD, pero también sin significación estadística ( $157,5 \pm 13,0$  versus  $167,2 \pm 10,4$ ; Mann-Whitney test:  $Z=-1,788$ ;  $p=0.074$ );

La razón de la baja FC máxima y de los valores también bajos de consumo de oxígeno máximo ( $VO_{2max}$ ) en adultos jóvenes con DI es

difícil de determinar y justifica una investigación más exhaustiva. Algunos investigadores sugieren que una falta de motivación, y por lo tanto la falta de esfuerzo máximo, podría explicar estos hallazgos (Seidl, Reid y Montgomery, 1987; Lavay, Reid y Cressler-Chaviz, 1990). Otros autores han sugerido que el retraso mental, por sí mismo, puede causar una incompetencia cronotrópica cardíaca y que esta condición se estaría más exacerbada en los sujetos con SD (Fernhall y Tymeson 1987; Fernhall y cols. 1991; Fernhall 1993). Esto limitaría el gasto cardíaco máximo y, en consecuencia, produciría un VO<sub>2</sub>max más bajo. También se ha sugerido que las personas con DI llevan un estilo de vida ordinariamente sedentario, que implica bajos niveles de condición física y una alta incidencia de obesidad (Fernhall y cols., 1988; Fernhall 1993; Pitetti y Tan, 1990; Pitetti y cols., 1993).

Nuestra serie está formada por sujetos con DI que participan regularmente en competiciones de deporte adaptado (liga GENUINE de fútbol). En este grupo, no pensamos que la motivación haya constituido un factor implicado en la baja frecuencia cardíaca máxima y VO<sub>2</sub>. Bien es cierto que, desde el punto de vista antropométrico, solo los sujetos con SD presentaban valores del componente adiposo por encima de la normalidad, a pesar de realizar actividad física regular. Todas las pruebas se realizaron en cicloergómetro para evitar que la falta de coordinación motora de los sujetos con SD obligara a parar la prueba en una cinta por la incapacidad de mantenerse estable en la cinta de correr, haciendo insegura y peligrosa la continuación de la prueba. Solo en los sujetos con SD se observó en la mayoría de las pruebas una meseta en la FC a pesar del aumento en la carga de trabajo, lo que sugiere que era poco probable que su frecuencia cardíaca aumentara aún más. Solo un 25% de los sujetos con SD (6/24) y un 35,4% de los no-SD (17/48) consiguieron realizar pruebas con un RER máximo por encima de 1.1, lo que indica que al menos esos sujetos realizaron un esfuerzo máximo en las pruebas.

Cuando se valoraron todas las pruebas en la serie completa, el RER max significativamente más bajo en el grupo de SD sugería que las FC máximas y los VO2max más bajos podrían ser debidos a la falta de motivación y esfuerzo en muchos de los sujetos. Sin embargo, al comparar los grupos SD y no-SD que exhibieron un RER max por encima de 1.1 no cambiaron nuestros resultados en el grupo de SD, pero si en los no-SD (Tabla 12). En último grupo (DI no-SD) seguía presentando un RER max inferior al del grupo control ( $1,15 \pm 0,05$  versus  $1,27 \pm 0,08$ ; Mann-Whitney test:  $Z=-4,022$ ;  $p<0.001$ ). Sin embargo, no hubo diferencias en el VO2max, pero si en la FC máxima. El hecho de que el RER fuera menor en personas con DI no-SD que en controles no parece estar relacionado con el pico de VO2 y por lo tanto sugiere que el esfuerzo no contribuyó significativamente a las diferencias entre estos dos grupos.

El mecanismo exacto del fenómeno de incompetencia cronotrópica no se conoce completamente y podría estar relacionado con la capacidad de respuesta adrenérgica atenuada en personas con SD, pero también puede estar relacionado con alteraciones función autónoma, como un bajo tono vagal durante el ejercicio (Figuerola, Collier, Baynard, Giannopoulou, Gouloupoulou y Fernhall, 2005). Las bajas frecuencias cardíacas máximas encontradas en los sujetos con SD pueden estar relacionadas con una reducción de la respuesta simpática al ejercicio según lo observado por Eberhard y cols. (1991). Esto también podría explicar la reducida respuesta al entrenamiento que se ha descrito en individuos con síndrome de Down (Millar y cols., 1993). También, la función barorreceptora espontánea se ha demostrado estar reducida en individuos con SD (Heffernan, Baynard, Gouloupoulou, Giannopoulou, Collier, Figuerola y Fernhall, 2005; Iellamo, Galante, Legramante, Lippi, Condoluci, Albertini y Volterrani, 2005). La diferencia entre individuos con y sin SD puede estar relacionadas con los factores genéticos propios del SD. El material

cromosómico adicional en SD (trisomía 21) puede causar una interrupción de uno o más sistemas fisiológicos (Shapiro, 1983). El alcance de la interrupción depende de los loci genéticos que se alteran y de los factores ambientales que afectan al desarrollo físico y fisiológico de estos sujetos (Jeremiah, Leyshon, Rose, Francis y Elliot, 1973; Shapiro, 1983).

También es posible que la reducción de VO<sub>2</sub> pico en personas con SD está relacionado con dificultades ventilatorias, ya que esto la población generalmente exhibe un pico bajo de ventilación durante el ejercicio (Fernhall y cols., 2001; Fernhall y Pitetti, 2001). Las tasas de ventilación pueden ser más bajas en individuos con SD porque típicamente han reducido tamaño de la vía aérea, pequeños conductos nasales y una lengua grande, potencialmente haciendo más difícil respirar durante ejercicio. Sin embargo, al examinar los datos, la ventilación de sujetos con SD es apropiado para el VO<sub>2</sub> medido durante el ejercicio submáximo y máximo, sugiriendo que la ventilación reducida no es la razón para el bajo VO<sub>2</sub> pico (Fernhall y Pitetti, 2001). En cambio, la función muscular reducida puede ser más importante. Las personas con SD tienen muy bajos niveles de fuerza muscular (Carmeli y cols., 2002) y fuerza muscular se ha relacionado con VO<sub>2</sub> pico en esta población.

Además, en individuos con SD la falta de rendimiento en la ejecución de las pruebas de tolerancia al esfuerzo se ha puesto en relación con una posible limitación en la actividad muscular (Guerra y cols., 2003). No está claro si la fuerza muscular *per se* es la culpable directa de la falta de acondicionamiento cardiorrespiratorio en sujetos con SD, pero si se conoce que estos individuos tienen una función mitocondrial reducida (Arbuzova, Hutchin y Cuckle, 2000), que podría afectar la función muscular durante actividades de resistencia. Claramente, los mecanismos potencialmente responsables de la



reducción de VO<sub>2</sub>max en individuos con SD debe investigarse en futuros estudios.

Es importante tener en cuenta que, aunque las personas con DI, con y sin SD, como grupo difieren de sus pares sin DI, la variabilidad individual es considerable. Varias personas sin SD en nuestro estudio tenían frecuencias cardíacas máximas y valores de VO<sub>2</sub>max cercanos a las normas predichas por la edad. Sin embargo, este estudio muestra que, como población, los individuos con retraso mental tienden a tener valores bajos de aptitud cardiorrespiratoria. Esto puede tener implicaciones importantes para la salud, la longevidad, la productividad vocacional y la vida independiente para esta población.

En resumen, encontramos que las personas con DI tienen niveles bajos de VO<sub>2</sub>, HR y VE, y que estos niveles bajos los valores se intensifican aún más por la presencia del síndrome de Down. La diferencia en el VO<sub>2</sub>max entre individuos con y sin SD se puede explicar por las frecuencias cardíacas máximas más bajas de los sujetos con SD. Esto indicaría que las personas con SD tienen un gasto cardíaco más bajo que condiciona un VO<sub>2</sub>max más bajo. Los estudios futuros también podrían abordar el análisis de esta posibilidad, así como la posible relación entre las reducciones en la respuesta simpática y frecuencia cardíaca máxima entre individuos con y sin síndrome de Down.

### 3. Calidad ósea en individuos con DI involucrados en fútbol inclusivo a nivel competitivo

Este estudio transversal analizó algunos parámetros de calidad ósea de adultos jóvenes con DI (SD y no SD) que practicaban regularmente fútbol competitivo y los comparó con los de un grupo de individuos sedentarios con DI. Los parámetros de calidad ósea de estos participantes medidos por USC se compararon con los de un grupo de adultos jóvenes sedentarios sanos y del mismo rango de edad. Aunque

se observaron algunas diferencias en alguna de las variables antropométricas (estatura, IMC y masa magra), no se encontraron diferencias en los parámetros de calidad ósea entre el grupo de DI y los participantes sanos. El subanálisis de los grupos de DI segregados por etiología (SD y no SD) reveló 3 hallazgos principales: 1) Los participantes sedentarios con DI sin SD mostraron peor calidad ósea (menor SOS, menor índice de rigidez, menores puntuaciones de T-score, y menor DMO estimada) que los individuos sedentarios con SD; 2) no hubo diferencias en los parámetros de calidad ósea entre los jugadores de fútbol con SD y los participantes sedentarios con SD; 3) Los jugadores de fútbol DI no SD mostraron parámetros USC significativamente mejores que sus contrapartes sedentarios, lo que refleja una clara respuesta ósea al ejercicio. Este hallazgo confirma que la calidad ósea se puede mantener o restaurar en individuos con DI que no son SD al jugar regularmente al fútbol.

Este hallazgo sobre la calidad ósea en individuos con DI es contrario al de un estudio que informa de la prevalencia de baja calidad ósea (64.0% total; 28.0% osteoporosis y 36,0% de osteopenia) en adultos jóvenes sedentarios (rango de edad: 19-29 años) con DI viviendo en comunidad (Zylstra, Porter, Shapiro y Prater, 2008). En ese estudio, la calidad ósea se evaluó mediante DXA y las diferencias en la frecuencia de osteoporosis reportadas pueden deberse a la herramienta de evaluación. Por lo que sabemos, los estudios anteriores que analizaron la calidad ósea se centraron en participantes con discapacidad que no participan en deportes competitivos adaptados.

La herramienta de diagnóstico más común utilizada para evaluar clínicamente la calidad ósea es la DXA. Aunque deseable, esta técnica no es la ideal para la detección a gran escala de personas identificadas en un campo de fútbol. Las dificultades en la evaluación de este grupo de atletas con discapacidad en el hospital nos llevaron a utilizar las mediciones de USC en el campo de fútbol durante los períodos de

entrenamiento. Las mediciones de USC se han utilizado para identificar individuos con DI con un alto riesgo de fractura (Mergler, Lobker, Evenhuis y Penning, 2010). La falta de radiación y la portabilidad son dos grandes ventajas para usar USC en estos casos.

Debido al diseño descriptivo del estudio, no se puede establecer la naturaleza de la asociación entre la composición corporal y el tipo de discapacidad. En un trabajo futuro, este estudio se beneficiará de una investigación longitudinal con el fin de evaluar los cambios en la composición corporal en esta población específica.

Aunque el número de participantes y, como consecuencia, el poder del estudio es limitado, a nuestro entender, esta es la mayor serie de adolescentes masculinos y adultos jóvenes con SD involucrados en deportes competitivos que se ha incluido en un estudio hasta la fecha. Por otra parte, el hecho de que dos métodos de referencia diferentes (Yuhasz y Faulkner), y el índice de grasa corporal se incluyeron agrega valor al presente estudio.

Una limitación de este estudio es que el USC no mide directamente la DMO. Sin embargo, se miden otros indicadores que hacen referencia a la calidad ósea como son SOS y BUA. Ambos parámetros son valiosos para predecir el riesgo de fractura (Khaw, Reeve, Luben, Bingham, Welch, Wareham, Oakes y Day, 2004). Además, se registra el índice de rigidez, un parámetro derivado de una combinación lineal de BUA y SOS. Estos parámetros obtenidos mediante la técnica USC no invasiva son buenos estimadores de las características de la calidad ósea, como la microarquitectura, elasticidad y densidad ósea. Por lo tanto, el USC es sensible a las diferencias en la porosidad ósea y las propiedades de la matriz entre individuos (Grondin, Grimal, Yamamoto, Matsukawa, Saied y Laugier, 2012).

Un posible factor implicado en la baja DMO de los individuos con DI es el bajo tono muscular, que puede ser el resultado de la inmovilidad relativa de estos sujetos, que podría estar asociada con un aumento de la reabsorción ósea (Guijarro, Valero, Paule, Gonzalez-Macias y Riancho, 2008; Hawli, Nasrallah y El-haff, 2009; González-Agüero, Vicente-Rodriguez, Moreno y Casajus, 2011;). Los individuos con SD muestran una marcada disminución en el tono y la fuerza muscular en comparación con los individuos sanos, y esto puede revertirse a través de un programa de actividad y educación física (Chang, Kubo y Ulrich, 2009). De hecho, las personas con SD que participan en entrenamiento aeróbico, en ejercicios de mejora del equilibrio y de resistencia muestran avances similares a las observadas en personas sanas (Gupta, Rao y Kurmaran, 2011; Mendonca, Pereira y Fernhall, 2011). Los participantes en este estudio siguieron un programa regular de actividad física y entrenamiento de habilidades motoras (2 horas por sesión, 4 días a la semana) que es inusual para las personas con discapacidad. Sin embargo, los beneficios de participar en fútbol competitivo adaptado sobre la formación ósea o la preservación de la masa ósea parecen ser limitados y solo se detectaron en los participantes con DI sin SD. Además de los efectos metabólicos relacionados con la enfermedad genética de los participantes con SD, la duración limitada del entrenamiento y el tiempo involucrado en deporte competitiva (4 años o menos) puede ser una explicación plausible de los beneficios limitados del fútbol observados en este estudio.

Es posible que el efecto del fútbol fuera de tal poca magnitud que no pudiera ser detectado por el UCS. De hecho, se ha recomendado que los pacientes con parámetros USC correspondientes a puntuaciones T de -1 SD y -2.5 SD sean evaluados por DXA, ya que el USC puede ser menos sensible dentro de estos rangos (Pais, Campean, Simon, Bolosiu, Muntean y Bolosiu, 2010). Además, los resultados

ecográficos cuantitativos parecían limitados en comparación con los estudios que informaron los efectos beneficiosos de la actividad física utilizando USC (Blanchet, Guigere, Prud'homme, Turcot-Lemay, Dumont, Leduc, Cote, Laflamme, Rousseau y Dodin, 2003; Tarakci y Oral, 2009). Aunque las mediciones de USC no se han validado específicamente para determinar la baja calidad ósea en individuos con DI, las comparaciones previas de los datos obtenidos de los estudios DXA y USC como predictores independientes de la calidad ósea puede indicar su idoneidad en esta población.

Una de las fortalezas de este estudio es la inclusión de una población de DI relativamente grande involucrada en el fútbol competitivo. La extrapolación de los resultados del estudio a todas las poblaciones de DI involucradas en otros deportes competitivos es prematura. Sin embargo, esta muestra de estudio se considera casi representativa de la población española total con incapacidad involucrada en el fútbol competitivo adaptado. La muestra del estudio consistió en todos los integrantes de la fundación más grande para el fútbol adaptativo en nuestro país, 1 de las 6 que están actualmente activas.

Este estudio obviamente tiene algunas limitaciones que deben ser reseñadas. La limitación más relevante es que la calidad ósea informada en este estudio es solo una referencia de masa ósea indirecta basada en las mediciones ecográficas SOS y BUA del calcáneo. La DMO se evalúa mejor con el método DXA, un método de medición que refleja mejor la calidad ósea. Aunque se ha descrito una correlación entre los valores de DMO y las mediciones de SOS y BUA, la comparación de nuestros hallazgos con estudios anteriores en los que se evaluó la calidad ósea en una población con DI es un desafío (Chan, Nguyen, Center, Eisman y Nguyen, 2012). Además, los jugadores de fútbol de DI llevaban pantalones cortos y camisetas por las horas de actividad deportiva, lo que aumentaba su exposición a la luz solar y probablemente conducía a una mayor síntesis de vitamina

D. Esto no se consideró en el estudio y podría tener implicaciones significativas en la prevención de la pérdida ósea

En resumen, nuestro estudio se centró en la salud ósea de los adultos jóvenes con DI que participan regularmente en fútbol competitivo adaptado. Esta población mostró parámetros de masa ósea similares a los de sus compañeros sanos. Al contrario de los hallazgos del estudio anterior, ninguno de los jugadores de fútbol de SD en nuestro estudio mostró valores de USC por debajo del valor de corte para la osteoporosis. Además, este estudio es el primero en evaluar la masa ósea en jugadores de fútbol con DI sin SD. Los participantes no SD mostraron una mayor prevalencia de osteoporosis (8,9%) que los jugadores de fútbol con SD. Nuestros datos sugieren que la actividad física mejora la masa ósea en individuos con DI y especialmente en la población sin SD. Por lo tanto, se debe recomendar como cuidado preventivo para las personas con discapacidad intelectual. La participación regular en deportes competitivos puede reducir el riesgo de osteoporosis en esta población con discapacidad.

## VII. Conclusiones

Atendiendo a los objetos de la investigación las conclusiones de esta tesis en relación con los objetivos son:

### **Objetivo principal 1**

1. Los adolescentes y adultos jóvenes con SD involucrados en deporte competitivo para discapacitados presentan una composición corporal menos saludable que sus pares con DI sin SD. El presente estudio muestra por primera vez la evidencia de que los adultos jóvenes con síndrome de Down tienen mayores niveles totales de masa grasa y mayor grosor en los pliegues cutáneos de la pantorrilla, el muslo y los bíceps subescapulares que los sujetos con discapacidad intelectual no relacionada con el Síndrome de Down, también implicados en deporte adaptado. En relación con los componentes del somatotipo, los sujetos con síndrome de Down presentaron valores más altos en los componentes meso y ectomórficos, que en los sujetos con DI no-SD. (incluye objetivo secundario 1)

Estos resultados muestran, por tanto, la validez de la hipótesis planteada respecto a la influencia de la etiología de la discapacidad en los parámetros antropométricos y de composición corporal en estos sujetos.

### **Objetivo principal 2**

2. Las personas con discapacidad intelectual analizadas en esta serie tienen bajos niveles de tolerancia cardiorrespiratoria al esfuerzo, a pesar de estar involucrados en deporte competitivo.
3. Analizando exclusivamente las pruebas de tolerancia máxima, no hubo diferencias significativas entre el consumo de oxígeno y la ventilación máxima entre sujetos con DI no-SD y los controles sin

DI. Sin embargo, si existieron entre estos dos grupos diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia cardíaca máximo, los vatios máximos alcanzados y los METS desarrollados.

4. Los individuos con Síndrome de Down tienen incluso niveles más bajos de consumo de oxígeno, ventilación máxima y eficiencia respiratoria que sus pares con DI sin SD. (objetivo secundario 2)
5. Solo el 31,9% de los participantes con DI fueron capaces de realizar pruebas de esfuerzo máximo ( $RER > 1.1$ ) frente al 94,1% de los sujetos del grupo control sin DI. (objetivo secundario 2)
6. En las pruebas submáximas los individuos con SD presentaron valores inferiores a los obtenidos en sujetos con DI no-SD en la frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno, y ventilación tanto en el umbral anaeróbico como en el esfuerzo máximo alcanzado. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas. (objetivo secundario 2)

Estas conclusiones ponen de manifiesto la validez de la hipótesis planteada confirmando que las personas con discapacidad intelectual que se involucran en un programa de actividad física que implica la práctica de un deporte a nivel competitivo mejoran su tolerancia cardiorrespiratoria al ejercicio en relación a sus pares de vida sedentaria. Se confirma, además, la hipótesis de que la discapacidad intelectual relacionada con factores genéticos, como es el síndrome de Down, es más refractaria a las mejoras cardiorrespiratorias inducidas por el deporte en comparación con los sujetos con discapacidad de etiología no genética.

### **Objetivo principal 3**

7. Este estudio es el primero en evaluar la masa ósea en jugadores de fútbol con discapacidad intelectual. Esta población mostró parámetros de masa ósea similares a los de sus pares sin DI.



8. Contrariamente a los resultados reportados en estudios anteriores, ningunos de los jugadores del fútbol con SD mostraron en nuestro estudio valores de T-score y DMO por debajo de valores aceptados para el diagnóstico de osteoporosis. (objetivo secundario 3)
9. Los participantes que DI no-SD mostraron una mayor prevalencia de osteoporosis (8,9%) que los jugadores de fútbol con SD. (objetivo secundario 3)
10. Nuestros datos sugieren que la actividad física mejora la masa ósea en individuos con DI y especialmente en la población no-SD. Por lo tanto, la participación regular en deportes competitivos puede reducir el riesgo de osteoporosis en la población de DI. (objetivo secundario 3)

Estas últimas conclusiones validan nuestra hipótesis de partida respecto a que las personas con discapacidad intelectual que se involucran en un deporte a nivel competitivo, como es el fútbol adaptado, mejoran su calidad ósea en relación con sus pares sedentarios con discapacidad intelectual especialmente en el subgrupo de individuos con discapacidad no relacionada con el Síndrome de Down. Los futbolistas con discapacidad intelectual mantienen parámetros de calidad ósea similares a los sujetos sin discapacidad.



## Bibliografía

- Alsakhawi RS y Elshafey MA. (2019). *Effect of Core Stability Exercises and Treadmill Training on Balance in Children with Down Syndrome: Randomized Controlled Trial*. *Adv Ther.*, 36(9), 2364-2373.
- Allison, D.B., Packer-Munter, W., Pietrobelli, A., Alfonso, V.C. y Faith, M.S. (1998). *Obesity and developmental disabilities: pathogenesis and treatment*. *J Dev Phys Disabil*, 10(3), 215-255.
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (4th ed.). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- American Psychiatric Association. (2015). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5)* (5th ed.). Arlington: American Psychiatric Association
- Angelopoulou, N., Matziari, C., Tsimaras, V., Sakadamis, A., Souftas, V. y Mandroukas K. (2000). Bone mineral density and muscle strength in young men with mental retardation (with and without Down's Syndrome). *Calcified Tissue International*, 66, 176-80.
- Angelopoulou, N., Souftas, A. y Sakadamis, K. (1999). Bone mineral density in adults with Down's syndrome. *European Radiology*, 9, 648-51.
- Arbuzova, S., Hutchin, T. y Cuckle, H. (2000). Mitochondrial dysfunction and Down's syndrome. *Bioessays*, 24, 681-4.
- Aspray, T. J., Francis, R. M., Thompson, A., Quilliam, S. J., Rawlings, D. J. y Tyrer, S. P. (1998). Comparison of ultrasound measurements at the heel between adults with mental retardation and control subjects. *Bone*, 22, 665-8.
- Association, A. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5®)*. Washington, D.C.: American Psychiatric Association.
- Bandini, L., Danielson, M., Esposito, L.E., Foley, J.T., Fox, M.H., Frey, G.C., Fleming, R.K., Krahn, G., Must, A., Porretta, D.L., Rodgers, A.B., Stanish, H., Urv, T., Vogel, L.C. y Humphries, K. (2015). Obesity in children with developmental and/or physical disabilities. *Disabil Health J*, 8(3), 309-316.
- Baptista, F., Varela, A. y Sardinha, L.B. (2005). Bone mineral mass in males and females with and without Down syndrome. *Osteoporosis International*, 16, 380-388.

- Barnes, T. L., Howie, E. K., McDermott, S. y Mann, J. R. (2013). Physical activity in a large sample of adults with intellectual disabilities. *Journal of Physical Activity and Health*, 10(7), 1048–56.
- Baynard, T., Pitetti, K. H., Guerra, M. y Fernhall, B. (2004). Heart rate variability at rest and during exercise in persons with Down syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*, 85, 1285–90.
- Baynard, T., Pitetti, K. H., Guerra, M., Unnithan, V. B. y Fernhall, B. (2008). Age-related changes in aerobic capacity in individuals with mental retardation: a 20-yr review. *Med Sci Sports Exerc*, 40, 1984–89.
- Bégarie, J., Maïano, C., Leconte, P. y Ninot, G. (2013). The prevalence and determinants of overweight and obesity among French youths and adults with intellectual disabilities attending special education schools. *Res Dev Disabil* 2013, 34(5), 1417–1425.
- Bhaskaran, K., Douglas, I., Forbes, H., dos-Santos-Silva, I., Leon, D. A., y Smeeth, L. (2014). Body-mass index and risk of 22 specific cancers: A population-based cohort study of 5•24 million UK adults. *Lancet*, 384(9945), 755–765.
- Bhaumik, S. Watson, J. M. Thorp, C. F., Tyrer, F. y McGrother, C. W. (2008). Body mass index in adults with intellectual disability: distribution, associations and service implications: a population-based prevalence study. *Journal of Intellectual Disability Research*, 52, 287-298
- Blanchet, C., Giguere, Y., Prud'homme, D., Turcot-Lemay, L., Dumont, M., Leduc, G., Cote, S., Laflamme, N., Rousseau, F., y Dodin, S. (2003). Leisure physical activity is associated with quantitative ultrasound measurements independently of bone mineral density in postmenopausal women. *Calcified Tissue International*, 73, 339–349.
- Braunschweig, C. L., Gomez, S., Sheean, P., Tomey, K. M., Rimmer, J., y Heller, T. (2004). Nutritional status and risk factors for chronic disease in urban-dwelling adults with Down syndrome. *American Journal of Mental Retardation*, 109(2), 186–193.
- Bricout, V. A., Flore, P., Eberhard, Y., Faure, P., Guinot, M., y Favre-Juvin, A. (2008). Maximal and submaximal treadmill tests in a young adult with fragile-X syndrome. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 51(8), 683–691.

- Brubaker, P. H., y Kitzman, D. W. (2011). Chronotropic incompetence: Causes, consequences, and management. *Circulation*, 123(9), 1010–1020.
- Bull, M. J. (2011). Health supervision for children with Down syndrome. *Pediatrics*, 128, 393–406.
- Bunsawat, K., Gouloupoulou, S., Collier, S. R., Figueroa, A., Pitetti, K. H., y Baynard, T. (2015). Normal HR with tilt, yet autonomic dysfunction in persons with Down syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(2), 250–256.
- Carmeli, E., Kessel, S., Coleman, R. y Ayalon, M. (2002). Effects of a treadmill walking program on muscle strength and balance in elderly people with Down´s syndrome. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57, M106-10.
- Carter J. (1982) Body composition of Montreal Olympic athletes. En: Carter J (ed.). *Physical structure of Olympic athletes Part I The Montreal Olympic Games Anthropological Project*. Basel, Switzerland: Karger, 107-16.
- Casey, A.F. y Rasmussen, R. Obesity (2015). *Comorbid conditions in individuals with intellectual disabilities [Autism and child psychopathology series]* (pp. 275-298). Cham, Switzerland. Matson, J., & Matson, M.
- Center, J., Beange, H. y McElduff, A. (1998). People with mental retardation have an increased prevalence of osteoporosis: a population study. *American Journal of Mental Retardation*, 103, 19–28.
- Chan, M. Y., Nguyen, N. D., Center, J. R., Eisman, J. A., y Nguyen, T. V. (2012). Absolute fracture-risk prediction by a combination of calcaneal quantitative ultrasound and bone mineral density. *Calcified Tissue International*, 90(2), 128–136.
- Chang, C.L., Kubo, M., y Ulrich, B. D. (2009). Emergence of neuromuscular patterns during walking in toddlers with typical development and with Down syndrome. *Human Movement Science*, 28(2), 283-96.
- Chin, K-Y. y Ima-Nirwana, S. (2013). Calcaneal quantitative ultrasound as a determinant of bone health status: What properties of bone does it reflect? *International Journal of Medical Sciences*, 10(12), 1778-83.
- Choi, E., Park, H., Ha, Y. y Hwang, W. J. (2012). Prevalence of overweight and obesity in children with intellectual disabilities in Korea. *J Appl Res Intellect Disabil*, 25(5), 476–483.

- Compston J. (2000) Prevention and treatment of osteoporosis Clinical guidelines and new evidence. *Journal of the Royal College of Physicians of London* 34, 518–21.
- Coppus, A. M. W. (2013). People with intellectual disability: What do we know about adulthood and life expectancy? *Developmental Disability Research Reviews*, 18(1), 6–16.
- Cureton, K. J., Sloniger, M. A., O'Bannon, J. P., Black, D. M., y McCormack, W. P. (1995). A generalized equation for prediction of VO<sub>2</sub>peak from 1-mile run/walk performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(3), 445–451.
- Curtin, C., Bandini, L. G., Must, A., Gleason, J., Lividini, K., Phillips, S., Eliasziw, M., Maslin, M. y Fleming, R. K. (2013). Parent support improves weight loss in adolescents and young adults with Down syndrome. *Journal of Pediatrics*, 163, 1402–1408.
- Damilakis, J., Perisinakis, K., y Gourtsoyiannis, N. (2001). Imaging ultrasonometry of the calcaneus: optimum t-score thresholds for the identification of osteoporotic subjects. *Calcified Tissue International*, 68, 219–224.
- Daniels, S. R. (2016). The consequences of childhood overweight and obesity. *Future Child*, 16:47–67.
- De Lopes, T. S., Ferreira, D. M., Pereira, R. A., da Veiga, G. V., y de Marins, V. M. R. (2008). Assessment of anthropometric indexes of children and adolescents with Down syndrome. *Jornal de Pediatria*, 84(4), 350–356.
- De Winter, C. F., Bastiaanse, L. P., Hilgenkamp, T. I., Evenhuis, H. M., y Echteld, M. A. (2012). Overweight and obesity in older people with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 33(2), 398–405.
- De Winter, C. F., Magilsen, K. W., van Alfen, J. C., Penning, C., y Evenhuis, H. M. (2009). Prevalence of cardiovascular risk factors in older people with intellectual disability. *American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities*, 114(6), 427–436.
- Department of Health. (2001). *Valuing people: A New Strategy for People with Learning Disability for the 21st Century*. London. Department of Health.
- Despres, J. P., y Lemieux, I. (2006). Abdominal obesity and metabolic syndrome. *Nature*, 444, 881–887

- Draheim, C. C., Laurie, N. E., McCubbin, J. A., y Perkins, J. L. (1999). Validity of a modified aerobic fitness test for adults with mental retardation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(12), 1849–1854.
- Draheim, C. C., Williams, D. P., y McCubbin, J. A. (2002a). Physical activity, dietary intake, and the insulin resistance syndrome in nondiabetic adults with mental retardation. *American Journal of Mental Retardation*, 107(5), 361–375.
- Ebbeling, C. B., Pawlak, D. B., y Ludwig, D. S. (2002). Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet*, 360, 473–482.
- Eberhard, Y., Etarradossi, J., y Therminarias, A. (1991). Biochemical changes and catecholamine response in Down's syndrome adolescents in relation to incremental maximal exercise. *J Ment Defic Res*, 35, 140–146
- Eberhard, Y., Eterradosi, J. y Rapacchi, B. (1989). Physical aptitudes to exertion in children with Down's syndrome. *J Ment Defic Res*, 33(Part 2), 167–74.
- Ells, L. J., Lang, R., Shield, J. P., Wilkinson, J.R., Lidstone, J. S., Coulton, S. y Summerbell, C. D. (2006). Obesity and disability—a short review. *Obes Rev*, 7(4), 341–345.
- Emerson, E. (2005). Underweight, obesity and exercise among adults with intellectual disabilities in supported accommodation in Northern England. *Journal of Intellectual Disability Research*, 49, 134–143.
- Emerson, E., Hatton, C., Baines, S., y Robertson, J. (2016). The physical health of British adults with intellectual disability: Cross sectional study. *International Journal for Equity in Health*, 15(1), 11.
- Faulkner, J. A. (1968). *Physiology of swimming and diving*. En: H. Falls, (Ed). (pp. 415-446). Baltimore: Human Exercise Physiology.
- Fernhall, B. (1993). Physical fitness and exercise training of individuals with mental retardation. *Med. Sci. Exerc. Sport*, 25, 442-450.
- Fernhall, B. O., Pitetti, K. H., Rimmer, J. H., McCubbin, J.A., Rintala, P., Millar, A. L., Kittredge, J. y Burkett, L. N. (1996). Cardiorrespiratory capacity of individuals with mental retardation including Down syndrome. *Med Sci Sports Exerc*, 28, 366–371.
- Fernhall, B. y Tymeson, G. (1987). Graded exercise testing of mentally retarded adults: a study of feasibility. *Arch. Phys. Med. Rehabil*, 68, 363-365.
- Fernhall, B. y Tymeson, G. (1988). Validation of a cardiovascular fitness field test for adults with mental retardation. *Adapt. Phys. Activity Q.* 5, 49-59

- Fernhall, B., McCubbin, J. A., Pitetti, K. H., Rintala, P., Rimmer, J. H., Millar, A. L. y De Silva, A. (2001). Prediction of maximal heart rate in individuals with mental retardation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(10), 1655–60.
- Fernhall, B., Millar, L. A., Tymeson, G. y Burkett, L. N. (1991). Maximal exercise testing of mentally retarded adolescents and adults: reliability study. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 71, 1065-68.
- Fernhall, B., Tymeson, G. y Webster, G. (1988). Cardiovascular fitness of mentally retarded adults. *Adapt. Phys. Activity Q*, 5, 12-28.
- Fernhall, B., Tymeson, G., Millar, A. L., y Burkett, L. N. (1989). Cardiovascular fitness testing and fitness levels of adolescents and adults with mental retardation including Down syndrome. *Education and Training of the Mentally Retarded*, 68, 363–365.
- Fernhall, B., y Pitetti, K. H. (2001). Limitations to physical work capacity in individuals with mental retardation. *Clinical Exercise Physiology*, 3, 176–185.
- Figueroa, A., Collier, S. R., Baynard, T., Giannopoulou, I., Gouloupoulou, S. y Fernhall, B. (2005). Impaired vagal modulation of heart rate in individuals with Down syndrome. *Clin Auton Res*, 15, 45–50.
- Flegal, K. M., Kit, B. K., Orpana, H., y Graubard, B. I. (2013). Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of American Medical Association*, 309, (1), 71–82.
- Florentino-Neto, J., Pontes, L. M. y Fernandes-Filho, J. (2010). Body composition alterations resulting from weight training in subjects with Down syndrome. *Rev Bras Med Esporte*, 16, 9-12.
- Foley, J. T., Lloyd, M., Vogl, D. y Temple, V. A. (2014). Obesity trends of 8–18 year old Special Olympians: 2005–2010. *Res Dev Disabil*, 35(3), 705–710.
- Franklin, J., Englund, M., Ingvarsson, T., y Lohmander, S. (2010). The association between hip fracture and hip osteoarthritis: A case-control study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11(1), 274–283.
- Frost, M. L., Blake, G. M., y Fogelman, I. (2000). Can the WHO criteria for diagnosing osteoporosis be applied to calcaneal quantitative ultrasound? *Osteoporosis International*, 11, 321-330.
- Fundación Nacional de Osteoporosis (13 de julio de 2019). <https://huesosanos.org>



- García-Hoyos, M., Riancho, J.A. y Valero, C. (2017). Salud ósea en el síndrome de Down. *Med Clin (Barc)*, 149(2), 78–82
- Glick, N. R., Fischer, M. H., Heisey, D. M., Leverson, G. C. y Mann, D. C. (2005) Epidemiology of fractures in people with severe and profound developmental disabilities. *Osteoporosis International*, 16, 389–96.
- González-Agüero, A., Ara, I., Moreno, L. A. y Casajus, J. A. (2011). Fat and lean masses in youths with Down syndrome: Gender differences. *Research in developmental disabilities*, 32(5), 1685–93.
- González-Agüero, A., Matute-Llorente, A., Gómez-Cabello, A., Vicente-Rodríguez, G. y Casajús, J. A. (2017). Percentage of body fat in adolescents with Down syndrome: Estimation from skinfolds. *Disability and Health Journal*, 10, 100–104.
- Gonzalez-Aguero, A., Vicente-Rodriguez, G., Gomez-Cabello, A., Ara, I., Moreno, L. A., y Casajus, J. A. (2012). A 21-week bone deposition promoting exercise programme increases bone mass in young people with Down syndrome. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 54, 552–556.
- González-Agüero, A., Vicente-Rodríguez, G., Moreno, L. A., Guerra-Balic, M., Ara, I. y Casajus, J. A. (2010). Health-related physical fitness in children and adolescents with Down syndrome and response to training. *Scand J Med Sci Sports*, 20, 716–724.
- Gonzalez-Aguero, A., Vicente-Rodriguez, G., Moreno, L. A., y Casajus, A. (2011). Bone mass in male and female children and adolescents with Down syndrome. *Osteoporosis International*, 22, 2151–2157.
- Gravestock S. (2000). Eating disorders in adults with intelectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research* 44, 625–37.
- Grondhuis, S. N. y Aman, M. G. (2013). Overweight and obesity in youth with developmental disabilities: A call to action. *J Intellect Disabil Res*, 58(9), 787–799.
- Grondin, J., Grimal, Q., Yamamoto, K., Matsukawa, M., Saied, A., y Laugier, P. (2012). Relative contributions of porosity and mineralized matrix properties to the bulk axial ultrasonic wave velocity in human cortical bone. *Ultrasonics*, 52, 467–471.
- Guerra, M., Llorens, N. y Fernhall, B. (2003). Chronotropic incompetence in persons with down syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*, 84, 1604– 1608.

- Guerra, M., Pitetti, K. y Fernhall B. (2003). Cross validation of the 20-m shuttle run test for adolescents with Down syndrome. *Adapted Phys Act Q*, 20, 70–9.
- Guidelines and Measures | Agency for Healthcare Research & Quality. (2019). Retrieved 11 October 2019, from <http://www.guideline.gov/content.aspx?id37906>.
- Guijarro, M., Valero, C., Paule, B., Gonzalez-Macias, J., y Riancho, J. A. (2008). Bone mass in young adults with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 52, 182–189.
- Gupta, S., Rao, B. K., y Kumaran, S. D. (2011). Effect of strength and balance training in children with Down's syndrome: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 25, 425–32.
- Haider, S. I., Ansari, Z., Vaughan, L., Matters, H., y Emerson, E. (2013). Health and wellbeing of Victorian adults with intellectual disability compared to the general Victorian population. *Research in Developmental Disabilities*, 34(11), 4034–42.
- Harris, N., Rosenberg, A., Jangda, S., O'Brien, K. y Gallagher, M. L. (2003). Prevalence of obesity in International Special Olympic athletes as determined by body mass index. *J Am Diet Assoc*, 103, 235–237.
- Hattori, M., Fujiyama, A., Taylor, T. D., Watanabe, H., Yada, T., Park, H. S., ... Yaspo M. L. (2000). The DNA sequence of human chromosome 21. *Nature*, 405(18), 311–319.
- Hawli, Y., Nasrallah, M., y El-Hajj, F. G. (2009). Endocrine and musculoskeletal abnormalities in patients with Down syndrome. *Nature Reviews Endocrinology*, 5, 327–34.
- Hayes, A. y Batshaw, M. L. (1993) Down's syndrome. *Pediatric Clinics of North America* 40, 523–35.
- Heffernan, K. S., Baynard, T., Gouloupoulou, S., Giannopoulou, I., Collier, S. R., Figueroa, A. y Fernhall, B. (2005). Baroreflex sensitivity during static exercise in individuals with Down syndrome. *Med Sci Sports Exerc*, 37(12), 2026–31.
- Henderson, R. C. (1997). Vitamin D levels in noninstitutionalized children with cerebral palsy. *Journal of Child Neurology* 12, 443–7.
- Henderson, R. C., Lark, R. K., Gurka, M. J., Worley, G. y Fung, E. B. (2002). Bone Density and Metabolism in Children and Adolescents With Moderate to Severe Cerebral Palsy. *Pediatrics* 110, 1.

- Heslop, P., Blair, P. S., Fleming, P., Hoghton, M., Marriott, A., y Russ, L. (2014). The Confidential Inquiry into premature deaths of people with intellectual disabilities in the UK: A population-based study. *The Lancet*, 383(9920), 889–895.
- Heymsfield SB, Smith R, Aulet M, Bensen B, Lichtman S, Wang J y Pierson RN Jr. (1990). Appendicular skeletal muscle mass: measurement by dual-photon absorptiometry. *Am J Clin Nutr.* Aug;52(2):214-8.
- Hild, U., Hey, C., Baumann, U., Montgomery, J., Euler, H.A. y Neumann, K. (2008). High prevalence of hearing disorders at the Special Olympics indicate need to screen persons with intellectual disability. *J Intellect Disabil Res*, 52(Pt 6), 520–8.
- Hilgenkamp, T. I., Reis, D., van Wijck, R., y Evenhuis, H. (2012). Physical activity levels in older adults with intellectual disabilities are extremely low. *Research in Developmental Disabilities*, 33(2), 477–486.
- Hilgenkamp, T. I., van Wijck, R., y Evenhuis, H. M. (2012b). Low physical fitness levels in older adults with ID: Results of the HA-ID study. *Research in Developmental Disabilities*, 33(4), 1048–1058.
- Hill, D. L., Parks, E. P., Zemel, B. S., Shults, J., Stallings, V. A. y Stettler, N. (2013). Resting energy expenditure and adiposity accretion among children with Down syndrome: a 3-year prospective study. *Eur J Clin Nutr*, 67(10), 1087-91.
- Holcomb, M. J., Pufpaff, L. A. y McIntosh, D. E. (2009). Obesity rates in special populations of children and potential interventions. *Psychol Schools*, 46(8), 797–804.
- Hosking, F. J., Carey, I. M., Shah, S. M., Harris, T., DeWilde, S., Beighton, C., y Cook, D. G. (2016). Mortality among adults with intellectual disability in England: Comparisons with the general population. *American Journal of Public Health*, 106(8), 1483–1490.
- Howley, E. T., Bassett, D. R., Jr. y Welch, H. G. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: Review and commentary. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(9), 1292–1301.
- Hsieh, K., Rimmer, J. H., y Heller, T. (2014). Obesity and associated factors in adults with intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 58(9), 851–863.

- Iellamo, F., Galante, A., Legramante, J. M., Lippi, M. E., Condoluci, C., Albertini, G. y Volterrani, M. (2005). Altered autonomic cardiac regulation in individuals with Down syndrome. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 289(6), H2387–91.
- Jaffe, J. S., Timmell, A. M., Elolia, R. y Thatcher, S. S. (2005). Risk factors for low bone mineral density in individuals residing in a facility for the people with intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research* 49, 457–62.
- Jaffe, J. y Timmell, A. (2003) Prevalence of low bone density in institutionalized men with developmental disabilities. *Journal of Clinical Densitometry* 6, 143–7.
- Jaffe, J., Timmell, A. y Gulanski, B. (2001). Prevalence of low bone density in women with developmental disabilities. *Journal of Clinical Densitometry* 4, 25–9.
- Janicki, M. P., Davidson, P. W., Henderson, C. M., McCallion, P., Taets, J. D., Force, L. T., Sulkes, S. B., Frangenberg, E. y Ladrigan, P. M. (2002). Health characteristics and health services utilization in older adults with intellectual disability living in community residences. *Journal of Intellectual Disability Research*, 46, 287–298.
- Jeremiah, D. E., Leyshon, G. R., Rose, T., Francis, H. W. S., y Elliott, R. W. (1973). Down's syndrome and diabetes. *Pschol. Med.* 3, 455-457.
- Jobling, A. (2001). Beyond sex and cooking: Health education for individuals with intellectual disability. *Mental Retardation*, 39, 310–321.
- Kaminsky, L. (2010). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual* (8th ed.). Philadelphia, PA, [etc.]: Wolters Kluwer/ Lippincott Williams & Wilkins.
- Khaw, K. T., Reeve, J., Luben, R., Bingham, S., Welch, A., Wareham, N., Oakes, S., y Day, N. (2004). Prediction of total and hip fracture risk in men and women by quantitative ultrasound of the calcaneus: EPIC-Norfolk prospective population study. *Lancet* , 363(9404), 197–202.
- Kittredge, J. M., Rimmer, J. H., y Looney, M. A. (1994). Validation of the Rockport Fitness Walking Test for adults with mental retardation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(1), 95–102.
- Koritsas, S., y Lacono, T. (2016). Weight, nutrition, food choice, and physical activity in adults with intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 60(4), 355–364.
- Krause, S., Ware, R., McPherson, L., Lennox, N. y OCallaghan, M. (2016). Obesity in adolescents with intellectual disability: prevalence and associated characteristics. *Obes Res Clin Pract*, 10(5), 520-530.

- Krebs, P. (2000). *Mental retardation. Adapted physical education and sport*. 3rd edition. Champaign (IL): Human Kinetics, Winnick JP, editor p. 111–26.
- Lavay, B., Reid, G y Cressler-Chaviz, M. (1990). Measuring cardiovascular endurance of persons with mental retardation: a critical review. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 18, 263-290.
- Lee, D. C., Artero, E. G., Sui, X., y Blair, S. N. (2010). Mortality trends in the general population: The importance of cardiorrespiratory fitness. *Journal of Psychopharmacology*, 24(4 Suppl.), 27-35.
- Lewis, M. A., Lewis, C. E., Leake, B., King, B. H., y Lindemann, R. (2002). The quality of health care for adults with developmental disabilities. *Public Health Reports*, 117(2), 174–184.
- Lindsay, R., Silverman, S. L., Cooper, C., Hanley, D. A., Barton, I. y Broy S. B. (2001). Risk of a new vertebral fracture in the year following a fracture. *JAMA*, 1, 320–3.
- Lohiya, G. S., Crinella, F. M., Tan-Figueroa, L., Caires S. y Lohiya S. (1999). Fracture epidemiology and control in a developmental center. *Western Journal of Medicine* 170, 203–9.
- Lohiya, G. S., Tan-Figueroa, L. y Iannucci, A. (2004). Identification of low bone mass in a developmental center: finger bone mineral density measurement in 562 residents. *Journal of the American Medical Directors Association* 5, 371–6.
- Lorente, A., Barrios, C., Burgos, J., Hevia, E., Fernández-Pineda, L. y Lorente, R. (2017). Cardiorespiratory function does not improve two years after posterior surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 42:1391–7.
- Luke, A., Sutton, M., Schoeller, D. A., y Roizen, N. J. (1996). Nutrient intake and obesity in prepubescent children with Down syndrome. *Journal of the American Dietetic Association*, 96(12), 1262–67.
- Maffeis, C., y Tato, L. (2001). Long-term effects of childhood obesity on morbidity and mortality. *Hormone Research*, 55(Suppl. 1), 42–45.
- Maïano, C. (2011). Prevalence and risk factors of overweight and obesity among children and adolescents with intellectual disabilities. *Obes Rev*, 12, 189–197.
- Maïano, C., Hue, O., Morin, A. S. J. y Moullec, G. (2016). Prevalence of overweight and obesity among children and adolescents with intellectual disabilities: a systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews* 17, 599–611

- Maiano, C., Normand, C. L., Aime, A., y Begarie, J. (2014). Lifestyle interventions targeting changes in body weight and composition among youth with anintellectual disability: a systematic review. *Research in Developmental Disabilities, 35*, 1914–1926.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A. y Carter, L. (2006) International Standards for Anthropometric Assessment. The International Society for the Advancement of Kin Anthropometric (ISAK), Potchefstroom, South Africa.
- Martínez-Leal, R., Salvador-Carulla, L., Linehan, C., Walsh, P., Weber, G., Van Hove, G., ... Kerr, M. (2011). The impact of living arrangements and deinstitutionalisation in the health status of persons with intellectual disability in Europe. *Journal of Intellectual Disability Research, 55*(9), 858–872.
- Matson, J. L., y Mahan, S. (2010). Antipsychotic drug side effects for persons with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities, 31*(6), 1570–1576.
- McCubbin, J., Frey, G. C., Kasser, S. L., Skaggs, S. O. y Wilcox, A. (1994). Fitness characteristics of trained runners with mental retardation (abstract). *Med. Sci. Sports Exerc, 26*(Suppl.), S76
- McGillivray, J., McVilly, K., Skouteris, H. y Boganin, C. (2013). Parental factors associated with obesity in children with disability: a systematic review. *Obes Rev, 14*, (7), 541–554.
- McGrother, C., Thorp, C., Taub, N. y Machado, O. (2001). Prevalence, disability and need in adults with severe learning disability. *Tizard Learning Disability Review 6*, 4–13.
- Melville, C. A., Cooper, S. A., Morrison, J., Allan, L., Smiley, E., y Williamson, A. (2008). The prevalence and determinants of obesity in adults with intellectual disabilities. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities, 21*, 427–437.
- Melville, C. A., Hamilton, S., Hankey, C. R., Miller, S., y Boyle, S. (2007). The prevalence and determinants of obesity in adults with intellectual disabilities. *Obesity Reviews, 8*, 223–230.
- Mendonça, G. V. y Pereira, F. D. (2008). Medidas de composição corporal em adultos portadores de síndrome de Down. *Rev Bras Educ Fís Esp, 22*, 201-10.
- Mendonca, G. V., Pereira, F. D., y Fernhall, B. (2011). Effects of combined aerobic and resistance exercise training in adults with and without Down syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 92*, 37–45.

- Mendonca, G. V., Pereira, F. D., y Fernhall, B. (2010). Reduced exercise capacity in persons with Down syndrome: Cause, effect, and management. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 6, 601–610.
- Mergler, S., Evenhuis, H. M., Boot, A. M., De Man, S. A., Bindels-De Heus, K. G., Huijbers, W. A., y Penning C. (2009). Epidemiology of low bone mineral density and fractures in children with severe cerebral palsy: A systematic review. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 51(10), 773–778.
- Mergler, S., Lobker, B., Evenhuis, H. M., y Penning, C. (2010). Feasibility of quantitative ultrasound measurement of the heel bone in people with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 31(6), 1283–1290.
- Mikulovic, J., Vanhelst, J., Salleron, J., Marcellini, A., Compte, R., Fardy, P. S., y Bui-Xuan, G. (2014). Overweight in intellectually-disabled population: Physical, behavioral and psychological characteristics. *Research in Developmental Disabilities*, 35(1), 153–161.
- Mikulovic, J., Marcellini, A., Compte, R., Duchateau, G., Vanhelst, P., Fardy, P. S. y Bui-Xuan, G. (2011). Prevalence of overweight in adolescents with intellectual deficiency. Differences in socio-educative context, physical activity and dietary habits. *Appetite*, 56, 403–407.
- Millar, A. L., Fernhall, B. y Burkett, L. N. (1993). Effects of aerobic training in adolescents with Down syndrome. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25, 260–264.
- Minihan, P. M. y Fitch, S. N. (2007). Must A. What does the epidemic of childhood obesity mean for children with special health care needs?. *J Law Med Ethics*, 35(1), 61–77.
- Misra, M., Papakostas, G. I. y Klibanski, A. (2004). Effects of psychiatric disorders and psychotropic medications on prolactin and bone metabolism. *Journal of Clinical Psychiatry* 65, 1607–18.
- Molento, C., Smit, I., Mills, J., y Huskisson, J. (2000). Nutritional status of patients in a long-stay hospital for people with mental handicap. *South African Medical Journal*, 90(11), 1135–1140.
- Must, A., Curtin, C., Hubbard, K., Sikich, L., Bedford, J. y Bandini, L. (2014). Obesity prevention for children with developmental disabilities. *Curr Obes Rep*, 3(2) 156–170.

- Myrelid, A., Gustafsson, J., Ollars, B., y Anneren, G. (2002). Growth charts for Down's syndrome from birth to 18 years of age. *Archives of Disease in Childhood*, 87, 97–103.
- Nasuti, G., Stuart-Hill, L., y Temple, V. A. (2012). The Six-Minute Walk Test for adults with intellectual disability: A study of validity and reliability. *Journal of Intellectual & Developmental Disability*, 38(1), 31–38.
- National Heart, Lung and Blood Institute. (2013). Managing Overweight and Obesity in Adults: Systematic Evidence Review from the Obesity Expert Panel. U. S. Department of Health and Human Services, editor. <https://www.nhlbi.nih.gov/sites/default/files/media/docs/obesity-evidence-review.pdf>
- National Heart, Lung, and Blood Institute. (1998). *Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults. The Evidence Report*. Bethesda, editor, p.98–4083. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2003/>.
- Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., ... Gakidou, E. (2014). Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*, 384(9945), 766–781.
- Nguyen, D. M., y El-Serag, H. B. (2010). The epidemiology of obesity. *Gastroenterology Clinics of North America*, 39(1), 1–7.
- Nishida, C., y Mucavele, P. (2005). Monitoring the rapidly emerging public health problem of overweight and obesity: The WHO Global Database on Body Mass Index. *SCN News*, 29, 5–11.
- Nogay, N. H. (2013). Nutritional status in mentally disabled children and adolescents: a study from Western Turkey. *Pak J Med Sci*, 29(2), 614–617.
- Nordstrom, P., Nordstrom, G., y Lorentzon, R. (1997). Correlation of bone density to strength and physical activity in young men with a low or moderate level of physical activity. *Calcified Tissue International*, 60, 332–337.
- O'Keane, V. y Meaney A. M. (2005). Antipsychotic drugs: a new risk factor for osteoporosis in young women with schizophrenia?. *Journal of Clinical Psychopharmacology* 25, 26–31.
- Ogden, C. L., Carroll, M. D., McDowell, M. A., y Flegal, K. M. (2007). Obesity among adults in the United States— no change since 2003– 2004. *NCHS Data Brief*, 1, 1–8.



- Ogden, C. L., Yanovski, S. Z., Carroll, M. D., y Flegal, K. M. (2007). The epidemiology of obesity. *Gastroenterology*, 132(6), 2087–2102.
- Ohwada, H., Nakayama, T., Suzuki, Y., Yokoyama, T., y Ishimaru, M. (2005). Energy expenditure in males with mental retardation. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 51(2), 68–74.
- Oppewal, A., Hilgenkamp, T. I., van Wijck, R. y Evenhuis, H. M. (2013). Cardiorespiratory fitness in individuals with intellectual disabilities--a review. *Res Dev Disabil*, 34(10), 3301-16.
- Ordonez, F. J., Rosety, M. y Rosety-Rodriguez, M. (2006). Influence of 12-week exercise training on fat mass percentage in adolescents with Down syndrome. *Med Sci Monit*, 12, 416-9.
- Pais, R., Campean, R., Simon, S., Bolosiu, C. R., Muntean, L., y Bolosiu, H. D. (2010). Accuracy of quantitative ultrasound parameters in the diagnosis of osteoporosis. *Central European Journal of Medicine*, 5, 478-485.
- Parsons, T., Ryan, T. M., Reeves, R. H., y Richtsmeier, J. T. (2007). Microstructure of trabecular bone in a mouse model for Down syndrome. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 290(4), 414–421.
- Pastore, E., Marino, B., Calzolari, A., Digilio, M. C., Giannotti, A., y Turchetta, A. (2000). Clinical and cardiorespiratory assessment in children with Down syndrome without congenital heart disease. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 154(4), 408–410.
- Patel, S., Harmer, J. A., Loughnan, G., Skilton, M. R., Steinbeck, K., y Celermajer, D. S. (2007). Characteristics of cardiac and vascular structure and function in Prader- Willi syndrome. *Clinical Endocrinology*, 66(6), 771–777.
- Patja, K., Iivanainen, M., Vesala, H., Oksanen, H., y Ruoppila, I. (2000). Life expectancy of people with intellectual disability: A 35-year follow-up study. *Journal of Intellectual Disability Research*, 44(5), 591–599.
- Patja, K., Molsa, P., y Iivanainen, M. (2001). Cause-specific mortality of people with intellectual disability in a population-based, 35-year follow-up study. *Journal of Intellectual Disability Research*, 45, 30–40.
- Peterson, J. J., Janz, K. F., y Lowe, J. B. (2008). Physical activity among adults with intellectual disabilities living in community settings. *Preventive Medicine*, 47(1), 101–106.

- Pitetti, K. H. y Tan, D. M. (1990). Cardiorrespiratory responses of mentally retarded adults to air brake ergometry and treadmill exercise. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 71, 318-321.
- Pitetti, K. H. y Tan, D. M. (1991). Effects of a minimally supervised exercise program for mentally retarded adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23, 594-601.
- Pitetti, K. H., Climstein, M., Campbell, K. D., Barrett, P. J. y Jackson J. A. (1992). The cardiovascular capacities of adults with Down syndrome: a comparative study. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24, 13-19.
- Pitetti, K. H., Fernandez, J. E., Stafford, J. A. y Stubbs N. B.(1988). *Evaluating the cardiovascular fitness of Down syndrome individuals. In: Trends in Ergonomics/Human Factors.* F. Aghazadeh (Ed.). North-Holland: Elsevier Science Publishers, 941-947.
- Pitetti, K. H., Jackson, J.A., Stubbs, N.B., Campbell, K. D. y Battar, S. S. (1989). Fitness levels of adult Special Olympic Participants. *Adapted Physical Activity Quarterly* 6, 254-270
- Pitetti, K. H., Rimmer, J. H. y Fernhall, B. (1993). Physical fitness and adults with mental retardation. *Sports Med*, 16, 23-56.
- Pitetti, K., Baynard, T., y Agiovlasitis, S. (2013). Children and adolescents with Down syndrome: physical fitness and physical activity. *Journal of Sport and Health Science*, 2, 47-57.
- Pollock, M.L. y Wilmore, J.H. (1990) Exercise in health and disease; evaluation and prescription for prevention and rehabilitation. 2nd Edition, WB Saunders Company, Philadelphia. p. 381
- Powers, S. K. y Howley, E. T. (2007). *Exercise physiology, theory and application to fitness and performance* (6th ed.). New York: McGraw Hill, ed.
- Pueschel SM. (1998). Should children with Down syndrome be screened for atlantoaxial instability? *Arch Pediatr Adolesc Med.*, 152(2):123-5.
- Ranjan, S., Nasser, J. A. y Fisher, K. (2017). Prevalence and potential factors associated with overweight and obesity status in adults with intellectual developmental disorders. *J Appl Res Intellect Disabil*, 31(1), 1-10.
- Reilly, T., George, K., Marfell-Jones, M., Scott, M., Sutton, L., y Wallace, J. A. (2009). How well do skinfold equations predict percent body fat in elite soccer players? *International Journal of Sports Medicine*, 30(8), 607-613

- Reinehr, T., Dobe, M., Winkel, K., Schaefer, A. y Hoffmann, D. (2010). Obesity in disabled children and adolescents: an overlooked group of patients. *Dtsch Arztebl Int*, 107(15), 268-75.
- Rimmer, J.H., Rowland, J.L. y Yamaki, K. (2007). Obesity and secondary conditions in adolescents with disabilities: addressing the needs of an underserved population. *J Adol Health*, 41, 224-229.
- Rintala, P., McCubbin, J. A., y Dunn, J. M. (1995). Familiarization process in cardiorrespiratory fitness testing for persons with mental retardation. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation*, 6(1), 15-27.
- Rintala, P., Dunn, J. M., McCubbin, J. A. y Quinn, C. (1992). Validity of a cardiovascular fitness test for men with mental retardation. *Med. Sci. Sports Exerc*, 24, 941-945.
- Robertson, J., Emerson, E., Gregory, N., Hatto, C., Turner, S., Kessissoglou, S., y Hallam, A. (2000). Lifestyle related risk factors for poor health in residential settings for people with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 21(6), 469-486.
- Robitaille, J., Yoon, P. W., Moore, C. A., Liu, T., Irizarry-Delacruz, M., Looker, C. A., y Khoury, M. J. (2008). Prevalence, family history, and prevention of reported osteoporosis in U.S. women. *American Journal of Preventive Medicine*, 35, 47-54.
- Rosello, L., Torres, R., Boronat, T., Llobet, R. y Puerto, E. (2004) Osteoporosis prevalence in a Down's Syndrome population, measuring different parameters. *SD Revista Medica Internacional sobre el Sindrome de Down* 8, 18-22.
- Ross, P., Genant, H., Davis, J., Miller, P. y Wasnich, R. (1993) Predicting vertebral fracture incidence from prevalent fractures and bone density among non-black, osteoporotic women. *Osteoporosis International* 3, 120-6.
- Savucu, Y. (2010). Influence of 12-week training on aerobic capacity and respiratory functions of adolescents with Down syndrome. *World Appl Sci J*, 11, 1292-1296.
- Schalock, R.L., Borthwick-Duffy, S.A., Bradley, V., Buntix, W.H.E., Coulter, M-D., Craig, E.M., Gomez, S.C., Lachapelle, Y., Luckasson, R., Reeve, A., Shogren, K.A., Snell, M.E., Spreat, S., Tassé, M.J., Thompson, J.R., Verdugo, M.A., Wehmeyer, M.L. y Yeager, M.H. (2010). Intellectual disability. Definition,

- Classification, and Systems of Supports. 11th Edition. American Association on Intellectual and Developmental Disabilities. Washington, D.C.
- Schrager, S. (2006). Epidemiology of osteoporosis in women with cognitive impairment. *Mental Retardation* 44, 203–11.
- Schrager, S., Kloss, C. y Ju A. W. (2007). Prevalence of fractures in women with intellectual disabilities: a chart review. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51, 253–9.
- Schurrer, R., Weltman, A. y Brammel, H. (1985). Effects of physical training on cardiovascular fitness and behavioral patterns of mentally retarded adults. *Am. J. Ment. Defic.* 90, 167-170.
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN). (2003) *Management of Osteoporosis. A National Clinical Guideline*. Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN), Edinburgh (Scotland). 2003 Jun 45 p.
- Seeman, E., Young, N., Szmulker, G., Tsalamandris, C. y Hopper, J. L. (1993) Risk Factors for Osteoporosis. *Osteoporosis International* 3, (Suppl. 1), S40–S43.
- Seidl, L., Reid, G. y Montgomery, D. L. (1987). A critique of cardiovascular fitness testing with mentally retarded persons. *Adapt. Phys. Activity Q*, 4, 106-116.
- Shapiro, B. L. (1983). Down syndrome: a disruption of homeostasis. *Am. J. Med. Genet.* 14, 241-269.
- Sheppard, M. C., Holder, R. y Franklyn, J. A. (2002). Levothyroxine treatment and occurrence of fracture of the hip. *Archives of Internal Medicine* 162, 338–43.
- Silva, Jr. C. A., Tonello, M. G. M., Gorla, J. I. y Calegari, D. R. (2007). Musculação para um aluno com síndrome de Down e o aumento da resistência muscular localizada. *Efdeportes*, 104, 1-7.
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., y Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology; an International Record of Research*, 60(5), 709–723.
- Smalheiser, N. R. (2017). Nonparametric Test. In *Data Literacy. How to Make your Experiments Robust and Reproducible*. Academic Press, 2017: 157-167. [doi: 10.1016/B978-0-12-811306-6.00012-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811306-6.00012-9)
- Sohler, N., Lubetkin, E., Levy, J., Soghomonian, C. y Rimmerman, A. (2009). Factors associated with obesity and coronary heart disease in people with intellectual disabilities. *Social Work in Health Care*, 48(1), 76–89.

- Soler Marín, A. y Xandri Graupera, J.M. (2011). Nutritional status of intellectual disabled persons with Down syndrome. *Nutr Hosp.*, 26(5):1059-66.
- Srikanth, R., Cassidy, G., Joiner, C. y Teeluckdhar, S. (2011). Osteoporosis in people with intellectual disabilities: a review and a brief study of risk factors for osteoporosis in a community sample of people with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 55, 52-62.
- Stancliffe, R. J., Lakin, K. C., Larson, S., Engler, J., Bershadsky, J., Taub, S. Fortune J. y Ticha, R. (2011). Overweight and obesity among adults with intellectual disabilities who use intellectual disability/developmental disability services in 20 US States. *American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities*, 116(6), 401-418.
- Stanish, H. I., Temple, V. A., y Frey, G. C. (2006). Health-promoting physical activity of adults with mental retardation. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 12, 13-21.
- Stanish, H. I., y Draheim, C. C. (2005). Assessment of walking activity using a pedometer and survey in adults with mental retardation. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 22, 136-135.
- Stanish, H. I., y Frey, G. C. (2008). Promotion of physical activity in individuals with intellectual disability. *Salud Publica de Mexico*, 50(Suppl 2), s178-s184.
- Stedman, K. V., y Leland, L. S. (2010). Obesity and intellectual disability in New Zealand. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Journal of Intellectual Disability Research*, 35(2), 112-115.
- Sullivan, W. F., Heng, J., Cameron, D., Lunsby, Y., Cheetham, T., Hennen, B., ... Swift, I. (2006). Consensus guidelines for primary health care of adults with developmental disabilities. *Canadian Family Physician*, 52(11), 1410-8.
- Tannenbaum, T. N., Lipworth, L. y Baker, S. (1989) Risk of fractures in an intermediate care facility for persons with Mental Retardation. *American Journal of Mental Retardation* 93, 444-51.
- Tarakci, D. y Oral, A. (2009). How do contralateral calcaneal quantitative ultrasound measurements in male professional football (soccer) players reflect the effects of high-impact physical activity on bone?. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49, 78-84.
- Temple, V. A., Foley, J. T., y Lloyd, M. (2014). Body mass index of adults with intellectual disability participating in Special Olympics by world region. *Journal of Intellectual Disability Research*, 58(3), 277-284.

- Temple, V. A., Frey, G. C. y Stanish, H. I. (2006). Physical activity of adults with mental retardation: Review and research needs. *American Journal of Health Promotion*, 21(1), 2–12.
- Trimpou, P., Bosaeus, I., Bengtsson, B. Å. y Landin-Wilhelmsen, K. (2010). High correlation between quantitative ultrasound and DXA during 7 years of follow-up. *European Journal Radiology*, 73, 360–364.
- Tsimaras, V. K. y Fotiadou, E. G. (2004). Effect of training on the muscle strength and dynamic balance ability of adults with down syndrome. *J Strength Cond Res*, 18, 343–7.
- Tyler, C. V. Jr, Snyder, C. W. y Zyzanski, S. (2000). Screening for osteoporosis in community-dwelling adults with mental retardation. *Mental Retardation*, 38, 316–21.
- U.S. Dept. of Health and Human Services. (2008). Physical Activity Guidelines Advisory Committee report, 2008. Washington, DC.
- Van Allen, M. I., Fung, J. y Jurenka, S. B. (1999). Health care concerns and guidelines for adults with Down syndrome. *American Journal of Medical Genetics*, 89, 100–110.
- Van Mil, E. G., Westerterp, K. R., Kester, A. D. y Saris, W. H. (2001). Energy metabolism in relation to body composition and gender in adolescents. *Arch Dis Child*, 85(1), 73–8.
- Verdugo Alonso, M. (2010). *Intellectual disability: definition, classification, and systems of supports* (11th ed., pp. 5–20). Washington: American Association on Intellectual and Developmental Disabilities.
- Vis, J. C., De Bruin-Bon, H. A., Bouma, B. J., Huisman, S. A., Imschoot, L., van den Brink, K. y Mulder, B. J. (2012). Adults with Down syndrome have reduced cardiac response after light exercise testing. *Netherlands Heart Journal*, 20(6), 264–269.
- Wade, C. K., De Meersman, R. E., Angulo, M., Lieberman, J. S. y Downey, J. A. (2000). Prader-Willi syndrome fails to alter cardiac autonomic modulation. *Clinical Autonomic Research*, 10(4), 203–206.
- Wagemans, A. M., Fiolet, J. F., Van-der-Linden, E. S. y Menheere, P. P. (1998). Osteoporosis and intellectual disability: is there any relation?. *Journal of Intellectual Disability Research* 42, 370–4.

- Wallace, R. A. y Schluter, P. (2008). Audit of cardiovascular disease risk factors among supported adults with intellectual disability attending an ageing clinic. *Journal of Intellectual Disability Research*, 33(1), 48–58.
- Woodhouse, J.M., Adler, P. y Duignan, A. (2004). Vision in athletes with intellectual disabilities: the need for improved eye care. *J Intellect Disabil Res*, 48(Pt 8), 736–45.
- World Health Organization [WHO]. (2007). *Prevention of cardiovascular disease: Guidelines for assessment and management of total cardiovascular risk*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Health Organization. (1994). *Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis*. WHO Technical Report Series 843. WHO, Geneva.
- Xu, Y., Guo, B., Gong, J., Xu, H. y Bai, Z. (2014). The correlation between calcaneus stiffness index calculated by QUS and total body BMD assessed by DXA in Chinese children and adolescents. *Journal of Bone Mineral Metabolism*, 32, 159–166.
- Yamaki, K. (2005). Body weight status among adults with intellectual disability in the community. *Mental Retardation* 43, 1–10.
- Yuhasz, M.S. (1974). *Physical Fitness Manual*, London Ontario, University of Western Ontario
- Zetaruk, M. y Mustapha, S. (2008). *Young athletes with physical or mental disability*. In: Armstrong N, van Mechelen W, editors. *Pediatric exercise science and medicine*. 2nd edition. Oxford (England): Oxford University Press, 2008. p. 551–65.
- Zubillaga, P., Garrido, A., Mugica, I., Ansa, J., Zabalza, R., y Emparanza, J. I. (2006). Effect of vitamin D and calcium supplementation on bone turnover in institutionalized adults with Down's syndrome. *European Journal of Clinical Nutrition*. 60(5), 605–609.
- Zylstra, R. G., Porter, L. L., Shapiro, J. L. y Prater, C. D. (2008). Prevalence of osteoporosis in community-dwelling individuals with intellectual and/or developmental disabilities. *Journal of the American Medical Directors Association* 9, 109–13.





## Anexos

### Anexo 1: Autorización del centro



**fundación** | levante  
unión deportiva

Valencia, 28 de abril de 2017

La Fundación de la Comunidad Valenciana Levante UD Cent Anys, con CIF G-98205503, acepta la realización del proyecto titulado "Impacto del ejercicio en la condición física, la calidad de vida y la adaptación psicosocial en población con discapacidad intelectual involucrados en deporte competitivo", siendo Don Vicente Lizondo Cortés la persona responsable de la realización del mismo.



Vicente Herrero Gómez

Director Área Social Fundación Levante UD



Fundación del Levante Unión Deportiva • Oficinas Estadi Ciutat de València  
San Vicente de Paül. 44 • 46019 Valencia Spain • Oficinas (+34) 902 220 304  
T. (+34) 963 379 530 • F. (+34) 963 379 531 • fundacion@fundacionlevanteud.es  
Inscrita en el Registro Mercantil de Fundaciones de la Comunitat Valenciana con el número 526V. CIF: G-98205503



Universidad  
Católica  
de Valencia  
San Vicente Mártir

**INFORME DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN Y ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALENCIA SAN VICENTE MÁRTIR (CIEI).**

Dra. Lola Grau Sevilla, Secretaria del Comité de Ética de la Investigación de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir

Certifico que:

Ha tenido entrada en la reunión del Comité de Ética de la Investigación (CEI) de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir en su reunión, de fecha **20 de diciembre de 2017**, la solicitud de evaluación del proyecto de investigación, relacionado a continuación:

**Título: "Impacto del ejercicio en la condición física, la calidad de vida y la adaptación psicosocial en población con discapacidad intelectual involucrados en deporte competitivo"**

Código del proyecto: **UCV2015-2016-62**

Investigador Principal: **Vicente Lizondo Cortés / Carlos Barrios Pitarque**

El Comité de Ética de la Investigación ha acordado **informar favorablemente el mismo**.

Valencia, 10 de enero de 2018.

**Lola Grau Sevilla**  
Secretaria del Comité de Ética de la Investigación

### **Anexo 3: Compromiso del investigador principal**



#### **COMPROMISO DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL**

Promotor	Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir
Investigador Principal	Vicente Lizondo Cortés
Código del protocolo	UCV/2015-2016/62
Título del protocolo	Impacto del ejercicio en la condición física. Calidad de vida y adaptación psicosocial en población con discapacidad intelectual involucrada en deporte competitivo

D. Vicente Lizondo Cortés

#### **DECLARA:**

- Que el protocolo respeta las normas éticas aplicables a este tipo de estudios.
- Que acepta participar como investigador principal en este proyecto de investigación.
- Que cuenta con los recursos materiales y humanos necesarios para llevar a cabo el proyecto de investigación, sin que ello interfiera en la realización de otro tipo de estudios ni en otras tareas que tiene habitualmente encomendadas.
- Que respetará las normas éticas y legales aplicables a este tipo de estudios.
- Que los colaboradores que necesita para realizar el proyecto de investigación propuesto son idóneos.

En Valencia a 10 de Diciembre de 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Vicente Lizondo Cortés".

(Investigador Principal)

## CUESTIONARIO PARA LA RECOGIDA DE DATOS

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

De conformidad a lo que establece la legislación para la protección de datos (LOPD), doy mi consentimiento para que los datos de la pruebas físicas de flexibilidad, salto, velocidad, antropometría, así como los tests psicotécnicos que a continuación se me solicitan, sean utilizados ÚNICA y EXCLUSIVAMENTE con fines de investigación científica, así como para las publicaciones que de las mismas se pudieran derivar.

El archivo que recogerá estos datos tendrá el nombre:

*LEVANTE EDI DEPORTISTAS CON DISCAPACIDAD  
EVALUADOS. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.xlsx*

Soy conocedor/a de que puedo solicitar mi baja en este proyecto de investigación escribiendo a la dirección de correo-e [vlizondo@hotmail.com](mailto:vlizondo@hotmail.com), en el que colaboro de forma voluntaria, sin que esto implique una compensación económica o cualquier otra consecuencia que condicione mi futuro desarrollo personal, deportivo o profesional.

Me COMPROMETO a eximir de toda responsabilidad jurídica (civil, administrativa y/o penal) a las personas responsables de este estudio, de los que seré debidamente informada cuando estos se produzcan, habiendo sido advertidos de que un mal uso de mis datos personales pueden conllevar acciones legales contra dicho equipo de investigación.

Firma TUTOR: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## Anexo 5: Consentimientos informados para Historia clínica



Clínicas Universitarias

**Clínicas Universitarias**

CIF: G97025787

Guillem de Castro nº 46. 46001 Valencia Tel.963920624

13A-15

ID: T330047

### MEDICINA DEPORTIVA APERTURA DE HISTORIA CLINICA

Don/Dña: \_\_\_\_\_  
con DNI: \_\_\_\_\_ y domicilio en \_\_\_\_\_

Don/Dña: \_\_\_\_\_  
con DNI: \_\_\_\_\_ y domicilio en \_\_\_\_\_

En nombre y representación del paciente  
en calidad de: (táchese lo que proceda) \_\_\_\_\_

- ☐ Padre / Madre.
- ☐ Tutor.
- ☐ Representante legal.
- ☐ Familiar.
- ☐ Persona a cargo del menor.

DECLARA que los datos de carácter personal recabados serán incorporados a un fichero titularidad de la Clínica Universitaria San Vicente Mártir (Universidad Católica de Valencia), necesario para la correcta gestión y atención de los pacientes de la Clínica, e imprescindible para la prestación de nuestros servicios, así como la de recordarle por correo postal, correo electrónico o teléfono, la fecha de su próxima visita.

Al solicitar la intervención de nuestros profesionales, usted consiente que los datos relativos a la salud de los que es titular, sean recabados y tratados por el centro a fin de poder desempeñar las labores propias de la clínica y prestar el debido servicio y la correspondiente atención médica.

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de Protección de Datos de Carácter Personal, usted tiene derecho a ejercitar los correspondientes derechos de acceso, rectificación, cancelación y, en su caso, oposición, enviando una solicitud por escrito, acompañada de una fotocopia de su DNI a la siguiente dirección: Calle Guillem de Castro 46. CP 46.001, Valencia.

El paciente declara expresamente que el acceso y tratamiento a esta Clínica, por su carácter docente, implica aceptación a examen docente, de prácticas y de investigación, aceptan al propio tiempo a ser observados en su caso por alumnos durante los tratamientos que reciba.

Asimismo, le informamos que los datos que nos proporcione durante el tratamiento no se comunicarán a terceros en ningún caso, salvo en los supuestos legalmente previstos.

Valencia, a 24 de noviembre de 2015

lo. EL PACIENTE/REPRESENTANTE LEGAL.

Fdo. EL MÉDICO



Clínicas Universitarias

## Clínicas Universitarias

CIF: G97025787

Guillem de Castro nº 46. 46001 Valencia Tel.963920624

13A-15

ID: T330047

### CONSENTIMIENTO INFORMADO MEDICINA DEPORTIVA

Don/Dña: \_\_\_\_\_, con DNI: \_\_\_\_\_  
y domicilio en \_\_\_\_\_  
en nombre propio (o, en su caso, en nombre y representación del paciente \_\_\_\_\_  
con DNI: \_\_\_\_\_ y domicilio en \_\_\_\_\_  
en calidad de \_\_\_\_\_ )

**DECLARA** que: a la firma del presente documento, el Médico responsable de mi atención, D/Dª MARIA CRISTINA PEREZ ENCINAS (COL. 464618831) me ha informado y me ha explicado de forma clara, completa y comprensible, las especificaciones relativas al tratamiento o prueba que practicará en concreto.

No obstante, se me ha informado que en cualquier momento de la visita o tratamiento, el Médico responsable atenderá todas mis cuestiones, haciendo todas las observaciones y cuestiones necesarias para comprender el tratamiento o prueba que efectúa, aclarando todas y cada una de las dudas y preguntas que se me planteen así como las características, de sus fundamentos, de la forma y pormenores de su realización, de sus efectos inmediatos y evolución.

Con el propósito de progreso en la formación, SI/NO (táchese lo que no proceda) se admite la presencia y asistencia de alumnos durante mi tratamiento bajo supervisión, usándose estos con fines docentes, investigadores y científicos, siendo mi identidad no revelada.

Asimismo me informa de que, en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo revocar el consentimiento que ahora presto, una vez escuchadas las explicaciones terapéuticas. Por ello, manifiesto que me considero satisfecho/a con la información recibida, y que comprendo las indicaciones médicas y riesgos advertidos por el profesional responsable acerca del tratamiento o prueba a la que me someteré sin necesidad de nuevas aclaraciones. Y en tales condiciones, **CONSIENTO** en que se me practique el tratamiento arriba referenciado.

En Valencia, a 24 de noviembre de 2015

do. EL PACIENTE/REPRESENTANTE LEGAL

Fdo. EL MÉDICO

## Anexo 6: Consentimiento informado para Prueba de Esfuerzo



Clínicas Universitarias

ID: T330047

### Clínicas Universitarias

CIF: G97025787

Guillem de Castro nº 46. 46001 Valencia Tel.963920624

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO: PRUEBA DE ESFUERZO

Don/Dña \_\_\_\_\_, mayor de edad, con DNI: \_\_\_\_\_, y domicilio en \_\_\_\_\_ con DNI: \_\_\_\_\_ en nombre propio (o, en su caso, en nombre y representación del paciente \_\_\_\_\_ en calidad de \_\_\_\_\_ y domicilio en \_\_\_\_\_)

**DECLARA** que: a la firma del presente documento, el facultativo responsable de mi atención, D. MARIA CRISTINA PEREZ ENCINAS (COL. 464618831) y su equipo, me han explicado de forma clara y detallada en qué consiste **LA PRUEBA DE ESFUERZO** que voy a realizar

Es una prueba con fines diagnósticos o pronósticos, para pacientes sanos o pacientes con enfermedades del corazón o sospecha de cardiopatía isquémica. Permite comprobar la respuesta del corazón al ejercicio físico controlado. Sirve, además, para valorar la capacidad global de su organismo ante dicho esfuerzo y poder medir, si procede, el consumo de oxígeno respirado.

Se realiza a pie, o en silla de ruedas en casos especiales, sobre una cinta rodante o pedaleando en bicicleta ergométrica, mientras se aumenta progresivamente la velocidad y pendiente de aquella o el nivel de trabajo de ésta, en periodos de tiempo determinados. Durante toda la exploración se controlan la presión arterial, la frecuencia del pulso y el electrocardiograma, para analizar sus variaciones. La prueba se detendrá si aparecieran síntomas o signos alarmantes, o si el médico lo estima oportuno.

**Riesgos típicos:** Pueden existir síntomas (cansancio muscular, mareo, angina de pecho, dolor en las piernas) o signos (hipertensión arterial), que se aliviarán o desaparecerán al cesar la actividad física. En ciertos casos de enfermedad coronaria importante, pudieran presentarse trastornos del ritmo cardíaco graves, síncope y, muy ocasionalmente, infarto de miocardio o insuficiencia cardíaca; el riesgo de muerte es excepcional (1 por 10.000).

**Riesgos personalizados:** Otros riesgos o complicaciones que podrían aparecer, dada su situación clínica y sus circunstancias personales, son:

En su actual estado clínico, los beneficios derivados de la realización de la prueba superan los posibles riesgos. Por este motivo, se le indica la conveniencia de que le sea practicada. Si aparecieran complicaciones, el personal médico y de enfermería que le atiende está capacitado y dispone de los medios para tratar de resolverlas.

#### Alternativas posibles:

Esta exploración está indicada preferentemente en su caso.

**Declaro** que he sido informado por el médico de los riesgos del procedimiento, que me han explicado las posibles alternativas y que se que, en cualquier momento, puedo revocar mi consentimiento. Estoy **satisfecho** con la información recibida, he podido formular toda clase de preguntas que he creído conveniente y me han aclarado todas las dudas planteadas.

Con el propósito de progreso en la formación sanitaria, se admite la presencia y asistencia de alumnos durante la prueba, bajo supervisión de profesionales, autorizando al propio tiempo la fotografía y filmación, usándose estos con fines docentes, investigadores y científicos, y siendo mi identidad no revelada. Asimismo he comprendido las explicaciones que se me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo y los facultativos que me han atendido, miembros de sus equipos y alumnos asignados a mi caso, me han permitido realizar todas las observaciones y me ha aclarado las dudas que le he planteado. También comprendo que en **cualquier momento, y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo revocar el consentimiento que ahora presto.**

Por ello, manifiesto que me considero satisfecho/a con la información recibida, y que comprendo las indicaciones y riesgos advertidos por los responsables acerca del tratamiento o prueba al que me someteré sin necesidad de nuevas aclaraciones. Y en tales condiciones, **CONSIENTO** en realizar la prueba de esfuerzo

En Valencia, a 24 de noviembre de 2015

do. EL PACIENTE/REPRESENTANTE LEGAL

Fdo. El facultativo

#### EVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

En fecha..... revoco el consentimiento prestado para realizar la prueba de esfuerzo.

do. EL PACIENTE/REPRESENTANTE LEGAL  
V.I.

Fdo. El facultativo





## ORIGINAL ARTICLE

### Bone quality in young adults with intellectual disability involved in adapted competitive football

VICENTE LIZONDO<sup>1</sup>, JORDI CAPLLIURE-LLOPIS<sup>1</sup>, DOLORES ESCRIVÁ<sup>2</sup>, JOSE ENRIQUE DE LA RUBIA<sup>2</sup>, & CARLOS BARRIOS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*School of Doctorate, Valencia Catholic University, Valencia, Spain;* <sup>2</sup>*Nursing School, Valencia Catholic University, Valencia, Spain* & <sup>3</sup>*Institute for Research on Musculoskeletal Disorders, Valencia Catholic University, Valencia, Spain*

#### ABSTRACT

The objective of this study was to analyse bone quality parameters of football players with intellectual disability (ID) participating in adapted competitive football. Sixty-seven male football players with ID were studied: 22 with Down syndrome (DS) and 45 without DS. The average age was 26 years (range: 16–50 years). A group of 25 age-matched sedentary individuals with ID (11 DS and 14 non-DS) and another group of 20 healthy participants of the same age group not involved in competitive football were comparatively analysed. There were no differences in the bone quality parameters when the healthy sedentary individuals were compared with both the sedentary and the football players with ID. However, the speed of sound (SOS), *T*-score, and estimated bone mineral density (BMD) were of higher values in the football players with ID than in the sedentary ID group ( $p < 0.05$ ). On comparing the football players with non-DS ID with the sedentary non-DS individuals, significant differences were noted in SOS ( $p < 0.01$ ), *T*-scores ( $p < 0.01$ ), and estimated BMD ( $p < 0.01$ ). Four of the 45 non-DS (8.9%) and none of the football players with DS had *T*-scores less than  $-1.5$ . Two of the 14 sedentary non-DS participants (14.3%) had *T*-scores indicating osteoporosis. In summary, the ID population actively involved in football showed higher values of bone mass parameters than their sedentary ID and healthy peers. The participants with non-DS ID showed a higher prevalence of osteoporosis than the football players with DS. Participation in sports seems to prevent bone loss in individuals with ID.

**Keywords:** *Intellectual disability, bone quality, adapted sports, football*

#### Highlights

- Adults with intellectual disability frequently exhibit lower bone mineral mass than their healthy counterparts with a high prevalence of osteoporosis, particularly in people with Down Syndrome.
- Physical exercise and sports have a positive influence on physical condition and health in individuals with intellectual disability. Exercise could also prevent bone loss in this population, which is susceptible to have low bone mass.
- Bone mass characteristics were analysed by quantitative ultrasound measurements in people with intellectual disability who regularly participate in an official adapted football competition.
- Adapted competitive football improves bone mass and reduce the risk of osteoporosis in individuals with intellectual disability, and therefore should be recommended as preventive bone health care in this population.

#### 1. Introduction

According to the American Association on Intellectual and Developmental Disabilities (AAIDD), intellectual disability (ID) is defined as a chronic condition characterised by significant limitations both in intellectual functioning and in adaptive behaviour expressed during the developmental period as conceptual, social, and practical adaptive skills

(Schalock et al., 2010). The AAIDD definition includes 5 components of human functioning (intellectual abilities, adaptive behaviour, health, participation, and context) and focuses on the key roles of individualised support in enhancing the level of human functioning (Buntinx & Schalock, 2010).

Adults with ID frequently exhibit lower bone mineral mass (osteopenia or osteoporosis) than

\*Correspondence: Prof. Carlos Barrios, Institute for Research on Musculoskeletal Disorders, Valencia Catholic University, Quevedo 2, Valencia 46001, Spain. E-mail: [carlos.barrios@ucv.es](mailto:carlos.barrios@ucv.es)

their healthy counterparts with a high prevalence of osteoporosis varying from 17.1% to 43.9% (Baptista, Varela, & Sardinha, 2005; Leslie, Pahlavan, Roe, & Dittberner, 2009). According to the literature, the predisposition to osteoporosis in this population is related to different factors, such as decreased ambulation and exercise, inappropriate nutrition, vitamin D deficiency (because of a lack of exposure to sunlight and low vitamin intake), medications (e.g. anti-seizure medications are frequently used by this population group), and aetiology (e.g. Down syndrome [DS]) (Jasien, Daimon, Maudsley, Shapiro, & Martin, 2012; Zylstra, Porter, Shapiro, & Prater, 2008). Osteoporosis and osteopenia may also occur earlier in individuals with ID compared to the general population as is evident when the bone mineral density (BMD) (in  $\text{g}/\text{m}^2$ ) is measured using dual X-ray densitometry (DXA) (Guijarro, Valero, Paule, Gonzalez-Macias, & Riancho, 2008).

Within the population with ID, a low BMD has been reported in adults with DS (Angelopoulou et al., 2000; Baptista et al., 2005). The genetic disorder present in people with DS (extra 21st chromosome) may induce diminished osteoblastic bone formation and inadequate bone mass growth which are not observed among adults with ID of other aetiology with no associated genetic disorders. In accordance with this mechanism, a primary gonadal deficiency is commonly found in both men and women with DS and have a direct impact on bone development (Hawli, Nasrallah, & El-Hajj, 2009). Hypogonadism has been implicated in the osteopenia and osteoporosis seen in individuals with DS (Angelopoulou et al., 2000; McKelvey et al., 2013).

Although information regarding bone quality in adults with DS is well documented, literature on bone health in young people with DS is relatively scarce (Gonzalez-Agüero, Vicente-Rodriguez, Moreno, & Casajus, 2011; Gonzalez-Agüero et al., 2012). Some authors recommend screening for bone quality parameters in individuals with ID less than 20 years of age (Agency for Healthcare Research and Quality, 2012; Sullivan et al., 2006).

Although physical activity is a determining factor for increased bone acquisition in childhood or decreased bone resorption in adulthood, the management, prevention, and treatment of bone mass loss is not considered in people with ID (Guijarro et al., 2008; Rizzoli, Bianchi, Garabedian, McKay, & Moreno, 2010). Like in people without disability, physical exercise and sports in individuals with ID have a positive influence on physical condition and health, community participation, identity, and health-related quality of life (Darcy & Dowse, 2013). Currently, physical exercise is used therapeutically for people with ID for 2 main purposes:

(i) to improve daily physical function and (ii) as an interventional measure for weight loss. Both improved daily physical function and weight control imply an increase in the health-related quality of life in these subjects.

The influence of physical activity on BMD in adolescents with DS has been reported with different outcomes. A 1-year programme of osteogenic physical training in children with DS induced an improvement of BMD (in  $\text{g}/\text{cm}^2$ , measured by both quantitative ultrasound imaging and DXA), but with lower values than those reported for healthy individuals (Ferry et al., 2014). In another study, a 20-week protocol of whole body vibration improved subtotal BMD in DS adolescents (Matute-Lorente et al., 2015). Moreover, adolescents with DS who performed longer sessions of daily physical activity had higher BMD Z-score values, particularly at the hip, than their less active peers (Matute-Lorente et al., 2014). Some studies revealed the bone mass benefits of a specific training programme designed to enhance power and performance by enabling muscles to reach the maximal force in the shortest amount of time (Bedoya, Miltenberger, & Lopez, 2015). Surprisingly, there is a lack of screening with regulated standards recorded in literature for the prevention of bone loss in these people (Burke, McCaillon, Carroll, Walsh, & McCarron, 2017).

Although efforts have been made to evaluate bone mass in people with DS, information on the bone health of individuals with non-DS ID in the literature is scarce (Burke et al., 2017; Zylstra et al., 2008). It is remarkable that bone quality has never been studied in a population with ID (DS and non-DS) involved in adapted competitive sports. Typically, activities that convey high-impact, multi-directional movement patterns and unaccustomed loads, are thought to convey the optimal osteogenic stimulus. Accordingly, participation in sports such as recreational football may be considered ideal to prevent loss of bone mass, and this strategy has been successfully used to enhance bone formation in other groups that are susceptible to low bone mass (Helge et al., 2014; Krstrup et al., 2009). Therefore, the participation in football training and adapted competition could also prevent bone loss in people with ID.

Our hypothesis is that due to the different endocrine and hormonal characteristics of these 2 populations with ID (DS and non-DS), bone response to physical activity may be different and less obvious in individuals with DS. Therefore, the objective of this study was to analyse bone mass particularities in people with ID who regularly participate in an official adapted football competition. Two age-matched populations of sedentary participants with ID and healthy subjects were recruited as controls. In



addition, differences in the bone mass characteristics of ID individuals with and without DS were investigated.

## 2. Methods

### 2.1. Participants

Sixty-seven males with intellectual disability involved in adapted competitive football participated in this study. Participants were divided for sub-analysis into 2 groups depending on the type of disability: 22 with DS and 45 with ID of other aetiology. The most common acquired ID was related to hypoxia during birth (cerebral palsy). Participants belonged to the section of adapted football of Levante FC, a football club in Valencia, Spain, with football teams in all competitive levels from the first national league to infantile categories. Football players were involved in competitive activities (national adapted football league) for at least 1 season but never exceeding 4 seasons. The training of the participants was adapted for people with ID, was exclusively football-based, and lasting 2 h per session with a frequency of 4 days a week, with focus on motor skills. No other forms of specific training (e.g. resistance training, muscle strengthening exercises in a gym) were used in this population.

A group of 25 age-matched sedentary individuals with ID (11 DS and 14 non-DS) with no involvement in sports activities were also comparatively analysed. Finally, 20 healthy participants of the same age group not involved in competitive football and living in the same urban area were recruited as controls for bone quality parameters. To ensure sedentarism, healthy subjects who devoted more than 2 h per week to leisure sports activity were excluded.

Participants and parents or tutors were informed about the study objectives and the procedures to be used in the study. Written informed consent was obtained from all parents or their legal representatives in the case of individuals with ID as a requirement for inclusion in the study. All the participants provided their assent to take part in the study. The study was approved by the ethical committee of the University Catholic of Valencia (UCV/2015-2016/62). The entire study adheres to the Declaration of Helsinki for research involving human subjects. All investigations were performed at the end of the 2016/2017 competitive football season (May 2017).

### 2.2. Severity of ID

The severity of ID was classified as "mild", "moderate", "severe", and "profound" according to the criteria of the Diagnostic and Statistical Manual of

Mental Disorders, 5th Edition (DSM-5), released by the American Psychiatric Association (APA, 2013). In addition to the specific intellectual quotient range, the DSM-5 maintains this grouping with special focus on individual optimal daily skills. The classification of ID was obtained from the medical records provided by the parents or tutors. Specialized physicians taking care of people with ID established the severity of the condition.

### 2.3. Anthropometric measurements

All anthropometric measurements were performed according to the recommendations of the International Standards for Anthropometric Assessment (ISAK) (2006). A well-trained investigator recorded all the measurements to minimise methodological bias. Each measurement was repeated 3 times and the average value was calculated. The weight and height of each participant were measured and recorded using the same equipment, which was regularly calibrated for clinical use.

Body mass index (BMI) was calculated as weight (in kg) divided by the square of the height in metres ( $m^2$ ). Body fat mass and body fat percentage (BF%) were estimated according to Faulkner equation (Faulkner, 1968) after measuring different anthropometric parameters including: 7 skin-fold thickness (triceps, biceps, subscapular, abdominal, suprailiac, thigh, and medial calf); arm, thigh, and calf perimeters; the bistyloid diameter; and both intercondylar diameters at the distal humerus and femur.

### 2.4. Bone measurements

The quantitative ultrasound (QUS) measurement was part of a broad physical assessment conducted by specially trained medical assistants. Bone mass parameters were measured by QUS evaluation using the Lunar Achilles Insight device (GE Healthcare, Little Chalfont, Great Britain). The QUS technique was chosen based on its ability to estimate bone quality in adolescents and young adults with a short examination time, the ease of implementation in routine activities, and the absence of adverse effects. The Lunar Achilles Insight device is a portable device that allows a quick estimation of 2 basic parameters: broadband ultrasound attenuation (BUA) and speed of sound (SOS). The BUA refers to the absorption of energy by bone and soft tissue when sound waves travel through them. Its unit is dB/MHz. Increase in BUA correlates to increased bone trabecula content. The SOS refers to the division of the length of the body part studied by the sound wave transmission time. Its unit of measurement is

metre per second (m/s). Increase in SOS correlates to reduced bone mineral content (Chin & Ima-Nirwana, 2013). Both ultrasonographic measurements constitute a clinical variable called the stiffness index which has been used to determine the risk of osteoporotic fractures and is comparable to BMD which is measured by DXA (Trimpou, Bosaeus, Bengtsson, & Landin-Wilhelmsen, 2010; Xu, Guo, Gong, Xu, & Bai, 2014).

Ultrasonographic assessments of the 2 calcaneal regions of each participant were conducted, and the average values recorded and used for calculations. The same well-trained operator performed all ultrasonographic measurements. The assessments began with the positioning the participant (with bare feet) in a chair in front of the QUS device. After thoroughly spraying the ankle with alcohol, the foot is placed in the device. Then, the 2 membranes of the Lunar Achilles Insight device on either side of the ankle are automatically filled with lukewarm water, enabling the transducers on both sides of the ankle to transmit and receive the ultrasound signal. The procedure is repeated when an "out of range" result is recorded. In such cases, the water level of the membranes is rechecked, and the skin surface is again sprayed with alcohol. In our laboratory, the intra-operator variability for BUA and SOS were 13.7% and 3.2%, respectively. In conformance with the WHO criteria for BUA, *T*-scores equal to or less than  $-1.5$  were considered an indication of osteoporosis (Damilakis, Perisnakis, & Gourtsoyiannis, 2001). The estimated heel BMD was calculated using the equation  $33 \times (\text{BUA} + \text{SOS}) - 3.687$  (Frost, Blake, & Fogelman, 2000).

### 2.5. Statistical analyses

Statistical analyses were conducted using SPSS software package version 21 (IBM Corporation, Chicago, IL, USA). Quantitative values were expressed as means, standard deviations (SD), and

95% confidence intervals. The Gaussian distribution of the variables was assessed using the Shapiro-Wilk test. Comparisons between groups were performed at baseline using Student's *t* tests. A one-way ANOVA (healthy group/sedentary people with ID/football players with ID) was used to test the potential differences between groups. A sub-analysis of the group of participants with ID was performed to compare individuals with DS and without DS. Because of the small sample size, the Kurskal-Wallis non-parametric test was used for this sub-analysis. Pearson's correlation coefficients were calculated to assess the potential link between bone quality parameters and anthropometric variables. *P*-values  $< 0.05$  were considered statistically significant.

## 3. Results

### 3.1. Participants characteristics

Data on the anthropometric characteristics of the 3 groups of participants are displayed in Table I. Statistically significant differences in stature ( $p < 0.05$ ), BMI ( $p < 0.001$ ), and lean mass ( $p < 0.001$ ) were observed between the groups. Both groups with ID (sedentary participants and football players) had shorter statures, higher body mass indices, and lower lean masses than the healthy controls. The sub-analysis of ID aetiologies (DS and non-DS) within the groups only revealed differences in height, with individuals of the DS group having shorter statures than the participants with non-DS ID ( $158.6 \pm 7.0$  vs  $168.2 \pm 8.9$ ;  $p < 0.001$  among football players, and  $160.6 \pm 6.5$  vs  $167.5 \pm 6.5$ ;  $p < 0.05$  among sedentary participants with ID).

### 3.2. Bone parameters

Table II shows the results of the QUS evaluation and the estimated BMD in the 3 groups. There were no

Table I. Anthropometric profile of the participants included in each group.

	Healthy sedentary Mean $\pm$ SD	ID sedentary Mean $\pm$ SD	ID football players Mean $\pm$ SD	Significance
Age (yr)	23.6 $\pm$ 5.7	28.1 $\pm$ 6.1	25.9 $\pm$ 9.0	0.202
Height (cm)	171.9 $\pm$ 10.1	163.1 $\pm$ 7.6	166.4 $\pm$ 7.6	0.018
Weight (kg)	69.3 $\pm$ 14.6	76.0 $\pm$ 12.7	69.5 $\pm$ 15.0	0.140
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.3 $\pm$ 3.0	28.7 $\pm$ 5.1	25.2 $\pm$ 4.8	0.001
Sum 7 skin-folds (mm)	109.8 $\pm$ 64.4	146.1 $\pm$ 62.6	132.8 $\pm$ 66.7	0.328
Waist-hip ratio	0.94 $\pm$ 0.05	0.95 $\pm$ 0.06	0.95 $\pm$ 0.06	0.861
Fat (%)	13.4 $\pm$ 6.3	17.1 $\pm$ 6.3	15.8 $\pm$ 6.7	0.310
FMI (kg fat/m <sup>2</sup> )	4.2 $\pm$ 2.3	5.3 $\pm$ 2.2	5.2 $\pm$ 2.9	0.488
Lean mass (kg)	67.2 $\pm$ 10.7	59.9 $\pm$ 10.1	57.0 $\pm$ 8.9	0.001
Muscle (%)	43.9 $\pm$ 5.5	42.5 $\pm$ 4.3	44.8 $\pm$ 5.7	0.255
Disability severity (%)	—	58.4 $\pm$ 10.8	62.9 $\pm$ 12.9	0.124
Time of sports activity	1–2 h/week	0 h/week	8–10 h/week	

Table II. Bone parameters obtained by QUS in the three groups of participants.

	Healthy sedentary Mean ± SD	ID sedentary Mean ± SD	ID football players Mean ± SD	Healthy vs ID sedentary Significance Z (p)	Healthy vs ID players Significance Z (p)	ID sedentary vs ID players Significance Z (p)
BUA (db/ Mhz)	128.5 ± 13.4	127.3 ± 18.9	126.4 ± 17.3	-0.840 (0.401)	-0.125 (0.901)	-0.756 (0.449)
SOS (m/ s)	1585.0 ± 36.4	1568.1 ± 54.3	1590.6 ± 40.3	-1.644 (0.100)	-0.522 (0.601)	-2.427 (0.015*)
Stiffness Index	109.2 ± 20.9	103.8 ± 22.3	108.9 ± 16.7	-1.523 (0.128)	-0.061 (0.951)	-1.589 (0.112)
T-score	0.47 ± 0.96	0.19 ± 1.67	0.74 ± 1.30	-1.514 (0.130)	-0.852 (0.394)	-2.115 (0.034*)
BMD (g/ cm <sup>2</sup> )	0.754 ± 0.109	0.707 ± 0.126	0.763 ± 0.116	-1.607 (0.108)	-0.259 (0.796)	-2.159 (0.031*)

(\*)  $p < 0.05$ .

observable differences in any parameters between the healthy sedentary individuals and the participants with ID (sedentary and football players with ID). However, some differences were found between the 2 ID subgroups in bone parameters. SOS, T-score, and the estimated BMD were higher in the football players with ID ( $p < 0.05$  in the 3 measurements) than in the sedentary participants with ID. Although no obvious differences were found between the football players with ID and the healthy sedentary controls, the participants with ID involved in competitive football showed higher T-scores than their sedentary ID counterparts.

The sub-analysis by ID aetiology revealed that DS participants involved in football had no differences in any of the bone quality parameters measured compared to sedentary DS participants (Table III). Interestingly, the football players with non-DS ID regularly showed better ultrasonographic bone

quality parameters than the sedentary individuals with non-DS ID. Except for BUA, these last participants presented the lowest mean values of all parameters (Table III). Significant differences were found in SOS ( $p < 0.01$ ), T-scores ( $p < 0.01$ ), and estimated BMD ( $p < 0.01$ ). The stiffness index was also significantly higher in the football players with non-DS ID ( $p < 0.05$ ).

In analysing the study findings on sedentary participants with ID, it was observed that participants with non-DS ID exhibit lower T-scores than the individuals with DS ( $-0.57 \pm 0.93$  vs  $1.03 \pm 1.93$ ;  $p < 0.05$ ) (Figure 1). The figures for BMD showed the same trend ( $0.634 \pm 0.013$  vs  $0.803 \pm 0.169$ ). These findings indicate poor bone quality in sedentary participants with non-DS ID.

None of the participants with DS (sedentary or football players) displayed T-scores less than  $-1.5$ , which was the cut-off value for osteoporosis using QUS.

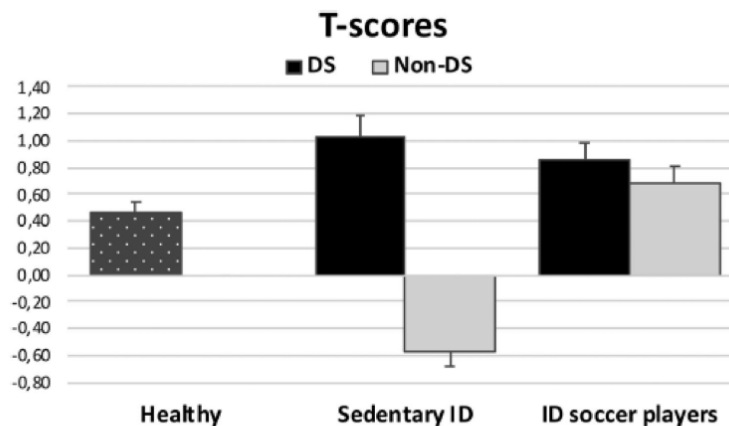


Figure 1. Mean T-scores of the whole sample of intellectual disability participants and of individuals with and without Down syndrome (DS). (\*) compared to DS participants; (\*\*) compared with their sedentary counterparts.

Table III. Bone parameters obtained by QUS in the three groups of participants.

	Down Syndrome			ID non-DS		DS versus non-DS Sedentary		DS versus non-DS Football players	
	Sedentary Mean $\pm$ SD	Football players Mean $\pm$ SD	Significance Z (p)	Sedentary Mean $\pm$ SD	Football players Mean $\pm$ SD	Significance Z (p)	Significance Z (p)	Significance Z (p)	
BUA (db/MHz)	128.7 $\pm$ 26.5	120.1 $\pm$ 19.5	-0.416 (0.678)	126.2 $\pm$ 11.3	129.8 $\pm$ 15.2	-1.032 (0.302)	-0.217 (0.828)	-2.121 (0.034)*	
SOS (m/s)	1603.6 $\pm$ 55.9	1614.2 $\pm$ 37.7	-1.266 (0.205)	1540.8 $\pm$ 34.5	1578.6 $\pm$ 36.3	-2.979 (0.003)**	-2.853 (0.004)**	-3.665 (0.003)**	
Stiffness Index	114.7 $\pm$ 25.3	111.1 $\pm$ 13.4	-0.063 (0.940)	95.5 $\pm$ 16.1	107.9 $\pm$ 18.1	-2.284 (0.022)*	-1.955 (0.049)*	-0.661 (0.509)	
T-score	1.03 $\pm$ 1.93	0.85 $\pm$ 1.00	-0.224 (0.823)	-0.57 $\pm$ 0.93	0.68 $\pm$ 1.44	-2.795 (0.005)**	-2.220 (0.024)*	-0.487 (0.626)	
BMD (g/cm <sup>2</sup> )	0.803 $\pm$ 0.169	0.808 $\pm$ 0.095	-0.756 (0.450)	0.634 $\pm$ 0.113	0.741 $\pm$ 0.120	-2.647 (0.008)**	-2.420 (0.015)*	-2.273 (0.023)*	

(\*)  $p < 0.05$ .(\*\*)  $p < 0.01$ .



Four of the 45 football players with non-DS ID (8.9%) and 2 of the 14 sedentary participants with non-DS ID (14.3%) had *T*-scores less than  $-1.5$ .

### 3.3. Interrelationships between disability, anthropometric measures, and bone quality parameters

In the analysis of participants with ID, there was no correlation observed between the ID level and any anthropometric measure or bone quality parameter. However, in the football players with DS, the stiffness index and *T*-score values had negative correlations with the level of disability ( $r = -0.765$ ;  $p < 0.01$ , and  $r = -0.764$ ;  $p < 0.01$ , respectively).

In analysing relationships between anthropometric measures and QUS bone quality parameters in the football players with ID, only a slight negative correlation between the sum of the 7 skin-folds and the SOS transmission ( $r = -0.314$ ;  $p < 0.05$ ) was found. When the 2 groups of football players with ID (DS and non-DS) were analysed separately, the correlation between the sum of the 7 skin-folds and SOS only applied to participants with DS ( $r = -0.556$ ;  $p < 0.05$ ), but not to players without DS ( $r = -0.046$ ;  $p = 0.815$ ).

## 4. Discussion

This cross-sectional study analysed the bone quality parameters of young adults with ID (DS and non-DS) who played competitive football regularly and compared them to those of a group of sedentary individuals with ID. The bone quality parameters of these participants measured by QUS were compared to those of an age-matched group of sedentary healthy young adults. Although some differences were observed in several anthropometric variables (stature, BMI, and lean mass), no differences were found in the bone quality parameters between the ID group and healthy participants. The sub-analysis of the ID groups on the basis of aetiology (DS and non-DS) revealed 3 main findings: (1) Sedentary participants with non-DS ID showed worse bone quality (lower SOS, lower stiffness index, lower *T*-scores, and lower estimated BMD) than sedentary DS individuals; (2) there were no differences in the bone quality parameters between DS football players and sedentary DS participants; (3) ID non-DS football players displayed significantly better QUS parameters than their sedentary counterparts, reflecting a clear bone response to exercise. This finding confirms that bone quality could be maintained or restored in individuals with non-DS ID by regularly playing football.

This finding on bone quality in ID individuals is contrary to that of a study reporting the prevalence

of low bone quality (osteopenia or osteoporosis) in sedentary young community-dwelling ID adults (age range: 19–29 years) of 64.0% (28.0% osteoporosis and 36.0% osteopenia) (Zylstra et al., 2008). In that study, bone quality was assessed using DXA, and the differences in the reported osteoporosis frequency may be due to the assessment tool. To our knowledge, earlier studies analysing bone quality focused on participants with ID not involved in adapted competitive sports.

The common diagnostic tool used to clinically assess bone quality is DXA. Although desirable, this technique is not ideal for large-scale screening of ID individuals on a football field. The difficulties in evaluating this group of ID athletes in the hospital prompted us to use QUS measurements on the football field during training periods. QUS measurements of the heel bone have been used to identify individuals with ID with a high fracture risk (Mergler, Lobker, Evenhuis & Penning, 2010). Lack of radiation and portability are important advantages of using QUS.

A limitation of this study is that QUS does not directly measure BMD. However, other indicators referencing bone quality are measured, namely, SOS and BUA. Both of these parameters are valuable in predicting fracture risk (Khaw, Reeve, Luben, Bingham, Welch, & Wareham, 2004). Additionally, the stiffness index, a parameter derived from a linear combination of BUA and SOS, is recorded. These parameters obtained by noninvasive QUS technique are good estimators of bone quality features such as the microarchitecture, elasticity, and density. Thus, QUS is sensitive to differences in bone porosity and matrix properties between individuals (Grondin et al., 2012).

One property implicated as a factor of low BMD in individuals with ID is low muscle tone, which is a result of relative immobility and may be associated with increased bone resorption [Gonzalez-Agüero et al., 2011; Guijarro et al., 2008; Hawli et al., 2009]. Individuals with DS show markedly decreased muscle tone and strength compared to healthy individuals, and these can be reverted through physical education and activity (Morris, Vaughan & Vaccaro, 1982; Chang, Kubo, & Ulrich, 2009). In fact, individuals with DS who take part in aerobic, balance, and resistance training show improvements in these areas similar to those seen in healthy individuals (Gupta, Rao, & Kumaran, 2011; Mendonca, Pereira, & Fernhall, 2011). Participants in this study followed a regular programme of physical activity and motor skills training (2 h per session, 4 days a week) that is unusual for individuals with ID. However, the benefits of engaging in adapted competitive football on bone formation or bone mass

preservation seem to be limited and were only detected in the participants with non-DS ID. Apart from the metabolic effects related to the genetic disease of participants with DS, the limited duration of training and matches of 4 years or less may be a plausible explanation for the limited benefits of football seen in this study.

It is possible that the effect of football was of such a magnitude that it could not be detected by QUS. In fact, it has been recommended that patients with QUS parameters corresponding to DXA *T*-scores of  $-1$  SD and  $-2.5$  SD should be further evaluated by DXA, given that QUS may be less sensitive within these ranges (Pais et al., 2010). Furthermore, quantitative ultrasonographic outcomes appeared limited compared to studies reporting the beneficial effects of physical activity using QUS (Blanchet et al., 2003; Tarakci & Oral, 2009). Although QUS measurements have not been specifically confirmed to determine low bone quality in ID individuals, the consistent overlap of data obtained from DXA and QUS studies as independent predictors of bone quality may indicate their adequacy in this population.

One of the strengths of this study is the inclusion of a relatively large ID population involved in competitive football. An extrapolation of the study results to all ID populations involved in other competitive sports is premature. However, this study sample is considered nearly representative of the total Spanish ID population involved in adapted competitive football. The study sample consisted of whole components of the largest foundation for adaptive football in our country, 1 of the 6 that are presently active.

This study obviously has some limitations that need to be addressed. The most relevant limitation is that the bone quality reported in this study is only an indirect bone mass reference based on SOS and BUA ultrasonographic measurements of the calcaneus. BMD is better assessed using DXA scanning, a measurement method that better reflects bone quality. Although a correlation between BMD values and both SOS and BUA measurements has been described, comparison of our findings with earlier studies in which bone quality was evaluated in an ID population is challenging (Chan, Nguyen, Center, Eisman, & Nguyen, 2012). Furthermore, the ID football players wore shorts and *t*-shirts for the hours of sport activity, which increased their exposure to sunlight and most likely led to higher vitamin D synthesis. This was not considered in the study and could have significant implications in bone loss prevention.

In summary, our study focused on the bone health of young adults with ID involved in competitive

football. This population showed bone mass parameters similar to those of their healthy peers. Contrary to earlier study findings, none of the DS football players in our study showed QUS values below the cut-off value for osteoporosis. Additionally, this study is the first to assess bone mass in non-DS ID football players. Non-DS participants showed a higher prevalence of osteoporosis (8.9%) than DS football players. Our data suggest that physical activity improves bone mass in ID individuals and especially in the non-DS population. Therefore, it should be recommended as preventive care for ID individuals. Regular participation in competitive sports may reduce the risk of osteoporosis in the ID population.

# Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the authors.

# References

- Agency for Healthcare Research and Quality. Massachusetts Department of Developmental Services adult screening recommendations. (2012). Retrieved from <http://www.guideline.gov/content.aspx?id=37906>
- American Psychiatric Association (APA). (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Washington, DC: Author.
- Angelopoulou, N., Matziari, C., Tsimaras, V., Sakadamis, A., Soufas, V., & Mandroukas, K. (2000). Bone mineral density and muscle strength in young men with mental retardation (with and without Down syndrome). *Calcified Tissue International*, 66, 176–180. doi:10.1007/s002230010035
- Baptista, F., Varela, A., & Sardinha, L.B. (2005). Bone mineral mass in males and females with and without Down syndrome. *Osteoporosis International*, 16, 380–388. doi:10.1007/s00198-004-1687-1
- Bedoya, A. A., Miltenberger, M. R., & Lopez, R. M. (2015). Plyometric training effects on athletic performance in youth soccer athletes: A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(8), 2351–2360. doi:10.1519/JSC.0000000000000877
- Blanchet, C., Giguere, Y., Prud'homme, D., Turcot-Lemay, L., Dumont, M., Leduc, G., ... Dodin, S. (2003). Leisure physical activity is associated with quantitative ultrasound measurements independently of bone mineral density in postmenopausal women. *Calcified Tissue International*, 73, 339–349. doi:10.1007/s00223-002-1091-9
- Buntinx, W. H. E., & Schalock, R. L. (2010). Models of disability, quality of life, and individualized supports: Implications for professional practice in intellectual disability. *Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities*, 7(4), 283–294. doi:10.1111/j.1741-1130.2010.00278.x
- Burke, E. A., McCallion, P., Carroll, R., Walsh, J. B., & McCarron, M. (2017). An exploration of the bone health of older adults with an intellectual disability in Ireland. *Journal of Intellectual Disability Research*, 61(2), 99–114. doi:10.1111/jir.12273
- Chan, M. Y., Nguyen, N. D., Center, J. R., Eisman, J. A., & Nguyen, T. V. (2012). Absolute fracture-risk prediction by a combination of calcaneal quantitative ultrasound and bone



preservation seem to be limited and were only detected in the participants with non-DS ID. Apart from the metabolic effects related to the genetic disease of participants with DS, the limited duration of training and matches of 4 years or less may be a plausible explanation for the limited benefits of football seen in this study.

It is possible that the effect of football was of such a magnitude that it could not be detected by QUS. In fact, it has been recommended that patients with QUS parameters corresponding to DXA *T*-scores of  $-1$  SD and  $-2.5$  SD should be further evaluated by DXA, given that QUS may be less sensitive within these ranges (Pais et al., 2010). Furthermore, quantitative ultrasonographic outcomes appeared limited compared to studies reporting the beneficial effects of physical activity using QUS (Blanchet et al., 2003; Tarakci & Oral, 2009). Although QUS measurements have not been specifically confirmed to determine low bone quality in ID individuals, the consistent overlap of data obtained from DXA and QUS studies as independent predictors of bone quality may indicate their adequacy in this population.

One of the strengths of this study is the inclusion of a relatively large ID population involved in competitive football. An extrapolation of the study results to all ID populations involved in other competitive sports is premature. However, this study sample is considered nearly representative of the total Spanish ID population involved in adapted competitive football. The study sample consisted of whole components of the largest foundation for adaptive football in our country, 1 of the 6 that are presently active.

This study obviously has some limitations that need to be addressed. The most relevant limitation is that the bone quality reported in this study is only an indirect bone mass reference based on SOS and BUA ultrasonographic measurements of the calcaneus. BMD is better assessed using DXA scanning, a measurement method that better reflects bone quality. Although a correlation between BMD values and both SOS and BUA measurements has been described, comparison of our findings with earlier studies in which bone quality was evaluated in an ID population is challenging (Chan, Nguyen, Center, Eisman, & Nguyen, 2012). Furthermore, the ID football players wore shorts and *t*-shirts for the hours of sport activity, which increased their exposure to sunlight and most likely led to higher vitamin D synthesis. This was not considered in the study and could have significant implications in bone loss prevention.

In summary, our study focused on the bone health of young adults with ID involved in competitive

football. This population showed bone mass parameters similar to those of their healthy peers. Contrary to earlier study findings, none of the DS football players in our study showed QUS values below the cut-off value for osteoporosis. Additionally, this study is the first to assess bone mass in non-DS ID football players. Non-DS participants showed a higher prevalence of osteoporosis (8.9%) than DS football players. Our data suggest that physical activity improves bone mass in ID individuals and especially in the non-DS population. Therefore, it should be recommended as preventive care for ID individuals. Regular participation in competitive sports may reduce the risk of osteoporosis in the ID population.

# Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the authors.

# References

- Agency for Healthcare Research and Quality. Massachusetts Department of Developmental Services adult screening recommendations. (2012). Retrieved from <http://www.guideline.gov/content.aspx?id=37906>
- American Psychiatric Association (APA). (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Washington, DC: Author.
- Angelopoulou, N., Matziari, C., Tsimaras, V., Sakadarnis, A., Soufas, V., & Mandroukas, K. (2000). Bone mineral density and muscle strength in young men with mental retardation (with and without Down syndrome). *Calcified Tissue International*, 66, 176–180. doi:10.1007/s002230010035
- Baptista, F., Varela, A., & Sardinha, L. B. (2005). Bone mineral mass in males and females with and without Down syndrome. *Osteoporosis International*, 16, 380–388. doi:10.1007/s00198-004-1687-1
- Bedoya, A. A., Miltenberger, M. R., & Lopez, R. M. (2015). Plyometric training effects on athletic performance in youth soccer athletes: A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(8), 2351–2360. doi:10.1519/JSC.0000000000000877
- Blanchet, C., Giguere, Y., Prud'homme, D., Turcot-Lemay, L., Dumont, M., Leduc, G., ... Dodin, S. (2003). Leisure physical activity is associated with quantitative ultrasound measurements independently of bone mineral density in postmenopausal women. *Calcified Tissue International*, 73, 339–349. doi:10.1007/s00223-002-1091-9
- Buntinx, W. H. E., & Schalock, R. L. (2010). Models of disability, quality of life, and individualized supports: Implications for professional practice in intellectual disability. *Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities*, 7(4), 283–294. doi:10.1111/j.1741-1130.2010.00278.x
- Burke, E. A., McCallion, P., Carroll, R., Walsh, J. B., & McCarron, M. (2017). An exploration of the bone health of older adults with an intellectual disability in Ireland. *Journal of Intellectual Disability Research*, 61(2), 99–114. doi:10.1111/jir.12273
- Chan, M. Y., Nguyen, N. D., Center, J. R., Eisman, J. A., & Nguyen, T. V. (2012). Absolute fracture-risk prediction by a combination of calcaneal quantitative ultrasound and bone

- mineral density. *Calcified Tissue International*, 90(2), 128–136. doi:10.1007/s00223-011-9556-3
- Chang, C. L., Kubo, M., & Ulrich, B. D. (2009). Emergence of neuromuscular patterns during walking in toddlers with typical development and with Down syndrome. *Human Movement Science*, 28(2), 283–296. doi:10.1016/j.humov.2008.12.002
- Chin, K.-Y., & Ima-Nirwana, S. (2013). Calcaneal quantitative ultrasound as a determinant of bone health status: What properties of bone does it reflect? *International Journal of Medical Sciences*, 10(12), 1778–1783. doi:10.7150/ijms.6765
- Damilakis, J., Perisnakis, K., & Gourtsiannis, N. (2001). Imaging ultrasonometry of the calcaneus: Optimum t-score thresholds for the identification of osteoporotic subjects. *Calcified Tissue International*, 68, 219–224. doi:10.1007/s002230020014
- Darcy, S., & Dowse, L. (2013). In search of a level playing field – The constraints and benefits of sport participation for people with intellectual disability. *Disability & Society*, 28(3), 393–407. doi:10.1080/09687599.2012.714258
- Faulkner, J. A. (1968). Physiology of swimming and diving. In H. Falls (Ed.), *Human exercise physiology* (pp. 415–446). Baltimore, MD: Academic Press.
- Ferry, B., Gavris, M., Tifrea, C., Serbanioiu, S., Pop, A. C., Bembea, M., & Courteix, D. (2014). The bone tissue of children and adolescents with Down syndrome is sensitive to mechanical stress in certain skeletal locations: A 1-year physical training program study. *Research in Developmental Disabilities*, 35, 2077–2084. doi:10.1016/j.ridd.2014.05.004
- Frost, M. L., Blake, G. M., & Fogelman, I. (2000). Can the WHO criteria for diagnosing osteoporosis be applied to calcaneal quantitative ultrasound? *Osteoporosis International*, 11, 321–330. doi:10.1007/s001980070121
- Gonzalez-Agüero, A., Vicente-Rodriguez, G., Gomez-Cabello, A., Ara, I., Moreno, L. A., & Casajús, J. A. (2012). A 21-week bone deposition promoting exercise programme increases bone mass in young people with Down syndrome. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 54, 552–556. doi:10.1111/j.1469-8749.2012.04262.x
- Gonzalez-Agüero, A., Vicente-Rodriguez, G., Moreno, L. A., & Casajús, J. A. (2011). Bone mass in male and female children and adolescents with Down syndrome. *Osteoporosis International*, 22, 2151–2157. doi:10.1007/s00198-010-1443-7
- Grondin, J., Grimal, Q., Yamamoto, K., Matsukawa, M., Saied, A., & Laugier, P. (2012). Relative contributions of porosity and mineralized matrix properties to the bulk axial ultrasonic wave velocity in human cortical bone. *Ultrasonics*, 52, 467–471. doi:10.1016/j.ultras.2011.11.008
- Guijarro, M., Valero, C., Paule, B., Gonzalez-Macias, J., & Riancho, J. A. (2008). Bone mass in young adults with Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 52, 182–189. doi:10.1111/j.1365-2788.2007.00992.x
- Gupta, S., Rao, B. K., & Kumaran, S. D. (2011). Effect of strength and balance training in children with Down's syndrome: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 25, 425–432. doi:10.1177/0269215510382929
- Hawli, Y., Nasrallah, M., & El-Hajj, F. G. (2009). Endocrine and musculoskeletal abnormalities in patients with Down syndrome. *Nature Reviews Endocrinology*, 5, 327–334. doi:10.1038/nrendo.2009.80
- Helge, E. W., Andersen, J. F., Schmidt, T. R., Jørgensen, N. R., Hornstrup, H., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2014). Recreational football improves bone mineral density and bone turnover marker profile in elderly men. *Scandinavian Journal of Medicine & Sciences in Sports*, 24(Suppl. 1), 98–104. doi:10.1111/sms.12239
- International Standards for Anthropometric Assessment. (2006). The international society for the advancement of kimanthropometric (ISAK). Recuperado de. Retrieved from <http://www.ceap.br/material/MAT17032011184632.pdf>.
- Jasien, J., Daimon, C. M., Maudsley, S., Shapiro, B. K., & Martin, B. (2012). Aging and bone health in individuals with developmental disabilities. *International Journal of Endocrinology*, 2012, 469235. doi:10.1155/2012/469235
- Khaw, K. T., Reeve, J., Luben, R., Bingham, S., Welch, A., & Wareham, N. (2004). Prediction of total and hip fracture risk in men and women by quantitative ultrasound of the calcaneus: EPIC-Norfolk prospective population study. *Lancet*, 363(9404), 197–202.
- Krstrup, P., Nielsen, J. J., Krstrup, B. R., Christensen, J. F., Pedersen, H., Randers, M. B., ... Bangsbo, J. (2009). Recreational soccer is an effective health-promoting activity for untrained men. *British Journal of Sports Medicine*, 43, 825–831. doi:10.1136/bjsm.2008.053124
- Leslie, W. D., Pahlavan, P. S., Roe, E. B., & Dittberner, K. (2009). Bone density and fragility fractures in patients with developmental disabilities. *Osteoporosis International*, 20, 379–383. doi:10.1007/s00198-008-0678-z
- Matute-Llorente, A., González-Agüero, A., Gómez-Cabello, A., Olmedillas, H., Vicente-Rodriguez, G., & Casajús, J. A. (2015). Effect of whole body vibration training on bone mineral density and bone quality in adolescents with Down syndrome: A randomized controlled trial. *Osteoporosis International*, 26, 2449–2459. doi:10.1007/s00198-015-3159-1
- Matute-Llorente, A., González-Agüero, A., Gómez-Cabello, A., Vicente-Rodriguez, G., & Casajús, J. A. (2014). Effect of whole-body vibration therapy on health-related physical fitness in children and adolescents with disabilities: A systematic review. *Journal of Adolescent Health*, 54, 385–396. doi:10.1016/j.jadohealth.2013.11.001
- McKelvey, K. D., Fowler, T. W., Akel, N. S., Kelsay, J. A., Gaddy, G., Wenger, G. R., & Suva, L. J. (2013). Low bone turnover and low bone density in a cohort of adults with Down syndrome. *Osteoporosis International*, 24, 1333–1338. doi:10.1007/s00198-012-2109-4
- Mendonça, G. V., Pereira, F. D., & Fernhall, B. (2011). Effects of combined aerobic and resistance exercise training in adults with and without Down syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92, 37–45. doi:10.1016/j.apmr.2010.09.015
- Mergler, S., Lobker, B., Evenhuis, H. M., & Penning, C. (2010). Feasibility of quantitative ultrasound measurement of the heel bone in people with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 31(6), 1283–1290. doi:10.1016/j.ridd.2010.07.015
- Morris, A. F., Vaughan, S. E., & Vaccaro, P. (1982). Measurements of neuromuscular tone and strength in Down's syndrome children. *Journal of Mental Deficiency Research*, 26(Pt 1), 41–46. doi:10.1111/j.1365-2788.1982.tb00127.x
- Pais, R., Campean, R., Simon, S., Bolosiu, C. R., Muntean, L., & Bolosiu, H. D. (2010). Accuracy of quantitative ultrasound parameters in the diagnosis of osteoporosis. *Central European Journal of Medicine*, 5, 478–485. doi:10.2478/s11536-009-0076-8
- Rizzoli, R., Bianchi, M. L., Garabedian, M., McKay, H. A., & Moreno, L. A. (2010). Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone*, 46, 294–305. doi:10.1016/j.bone.2009.10.005
- Schallock, R. L., Borthwick-Duffy, S. A., Bradley, V. J., Buntinx, W. H. E., Coulter, D. L., Craig, E. M., ... Yeager, M. H. (2010). *Intellectual disability: Definition, classification, and systems of supports* (11th ed). Washington, DC: American Association on Intellectual and Developmental Disabilities. ISBN: 978-1-935304-04-3.
- Sullivan, W. F., Heng, J., Cameron, D., Lunskey, Y., Cheetham, T., Hennen, B., ... Swift, I. (2006). Consensus guidelines for

- primary health care of adults with developmental disabilities. *Canadian Family Physician*, 52(11), 1410–1418.
- Tarakci, D., & Oral, A. (2009). How do contralateral calcaneal quantitative ultrasound measurements in male professional football (soccer) players reflect the effects of high-impact physical activity on bone? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49, 78–84.
- Trimpou, P., Bosaeus, I., Bengtsson, BÅ, & Landin-Wilhelmsen, K. (2010). High correlation between quantitative ultrasound and DXA during 7 years of follow-up. *European Journal of Radiology*, 73, 360–364. doi:10.1016/j.ejrad.2008.11.024
- Xu, Y., Guo, B., Gong, J., Xu, H., & Bai, Z. (2014). The correlation between calcaneus stiffness index calculated by QUS and total body BMD assessed by DXA in Chinese children and adolescents. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 32, 159–166. doi:10.1007/s00774-013-0474-5
- Zylstra, R. G., Porter, L. L., Shapiro, J. L., & Prater, C. D. (2008). Prevalence of osteoporosis in community-dwelling individuals with intellectual and/or developmental Disabilities. *Journal of the American Medical Association*, 9, 109–113. doi:10.1016/j.jamda.2007.09.008

**Vicente Lizondo**

Valencia Catholic University  
Institute of Research on Musculoskeletal Diseases  
Quevedo 2  
46001 Valencia  
**Spain**

Wednesday, 28 September 2016

**Confirmation of Publication**

To whom it may concern,

**Vicente Lizondo** presented the Oral Presentation titled "Levels of Adiposity and Other Anthropometric Parameters in Soccer Players With Intellectual Disability Participants in Adapted Sport Competitions" at the 21<sup>st</sup> Annual ECSS Congress in Vienna, 2016.

The abstract "Levels of Adiposity and Other Anthropometric Parameters in Soccer Players With Intellectual Disability Participants in Adapted Sport Competitions" by **Vicente Lizondo** was also published in the Book of Abstracts of the 21<sup>st</sup> Annual ECSS Congress in Vienna, 2016.

Yours sincerely,

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'T. Delaveaux', is positioned above the printed name of the Executive Director.

Thomas Delaveaux  
Executive Director



**D<sup>a</sup>. TERESA GAZTAÑAGA AURREKOETXEA**, en su calidad de  
Vicepresidenta del Comité Organizador de las **VI JORNADAS DE  
MEDICINA DEL DEPORTE DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
MEDICINA DEL DEPORTE (SEMED-FEMEDE)**,

**CERTIFICA** que:

La comunicación científica: **NIVELES DE ADIPOSIDAD Y OTROS  
PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS EN FUTBOLISTAS CON  
DISCAPACIDAD INTELECTUAL (SÍNDROME DE DOWN Y ARÁLISIS  
CEREBRAL INFANTIL) PARTICIPANTES EN COMPETICIONES DE  
DEPORTE ADAPTADO.**

cuyos autores son: **LIZONDO V, ESCRIVÁ D, BARRIOS C.**

ha sido presentada en las VI Jornadas de Medicina del Deporte de la  
Sociedad Española de Medicina del Deporte, celebradas en Bilbao  
los días 27 a 28 de noviembre de dos mil quince.

Lo que certifico a los efectos oportunos en Bilbao a 28 de noviembre  
de 2015



**Dra. Teresa Gaztañaga**

*Vicepresidenta Comité Organizador*

*VI JJ de Medicina del Deporte SEMED-FEMEDE*

Secretaría Técnica: Sociedad Española de Medicina del Deporte

Apartado de correos 1207, 31030 Pamplona

Teléfono: +34 948 26 77 06 - Fax: +34 948 17 14 31

Correo electrónico: [congresos@femede.es](mailto:congresos@femede.es) - Página web: <http://femede.es/page.php?portada/Congresos>



23  
26  
noviembre – Hotel MA Nazaries

D. **CARLOS DE TERESA GALVÁN**, en su calidad de Vicepresidente del Comité Organizador del **16º CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MEDICINA DEL DEPORTE**,

CERTIFICA que:

La comunicación científica: **VALORACIÓN MÉDICO-DEPORTIVA DE APTITUD EN JUGADORES DE FÚTBOL CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL**

cuyos autores son: **BARRIOS PITARQUE C, LIZONDO V, PUJADAS E, PÉREZ-ENCINAS C,**

ha sido presentada en el 16º CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MEDICINA DEL DEPORTE, celebrado en Granada los días 23 a 26 de noviembre de 2016.

Lo que certifico a los efectos oportunos en Granada a 26 de noviembre de 2016.

*Caral*



Sociedad Española de Medicina del Deporte  
Apdo Correos 1207 Pamplona 31080  
Tel(34)948267706, Fax(34)948171431  
congresos@femede.es  
www.femede.es/congresodegranada2016

Secretaría Técnica  
Viajes El Corte Inglés SA IATA 78211733  
División Eventos Deportivos Teniente Borges 5, Sevilla 41002  
Tel(34)954506620, Fax(34)954224245  
seviladeportes@viajeseci.es

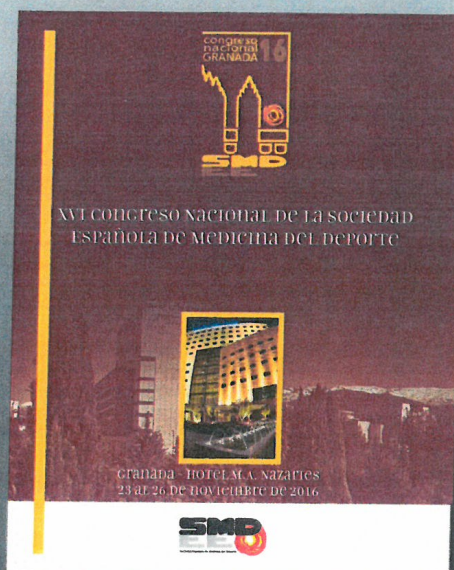
# Archivos de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

ISSN: 0212-8799

Suplemento 2

Volumen 33  
2016



## XVI Congreso Nacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

Granada - Hotel M.A. Nazaries  
23 al 26 de noviembre de 2016





deportes de equipo o choque, baloncesto o fútbol, los tratamientos con glucocorticosteroides ganan importancia.

**Palabras clave:** Antidopaje. Uso terapéutico. Deporte.

### CO-23. Relación del incremento de la frecuencia cardíaca y consumo máximo de oxígeno en prueba ergométrica

Franco J<sup>1</sup>, Mirabent D<sup>1</sup>, Ramos F<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Medicina del Deporte. Instituto Nacional de Rehabilitación. Ciudad de México. México. <sup>2</sup>Rehabilitación Cardíaca. Instituto Nacional de Rehabilitación. Ciudad de México. México.

**Introducción:** Es importante valorar los efectos del ejercicio en deportistas recreativos. Dos de los parámetros más utilizados para ello son: la frecuencia cardíaca (FC) y el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max). Que el deportista alcance su VO<sub>2</sub>max rápidamente ha sido reportado como una medida eficiente para evaluar el entrenamiento. En este trabajo, utilizando la relación anterior, se analizan los incrementos de la FC en las etapas de la prueba ergométrica.

**Material y métodos:** Participan 74 deportistas, se divide la muestra en 4 grupos de edad. Para el cálculo indirecto del VO<sub>2</sub>max se utilizan 6 modelos matemáticos, 3 utilizan la velocidad alcanzada por el deportista en la prueba y 3 utilizan edad, peso y FC. Se calcula la correlación entre el VO<sub>2</sub>max y los incrementos de la FC en el total de la muestra y por grupos de edad.

**Resultados:** Se miden los incrementos en la FC en las primeras 3 etapas de la prueba. Para la primera etapa se obtiene un incremento de 33.07±15.05 latidos por minuto (lpm), en la segunda etapa 30.99±15.50 lpm y en la tercera etapa 19.46±12.21 lpm. Sólo se encuentra correlación moderada ( $r=-0.35$ ,  $n=74$ ) con el VO<sub>2</sub>max y los incrementos de la FC en la etapa 1. Dividiendo la muestra en grupos por edad, en los modelos matemáticos que utilizan la velocidad, existe una correlación moderada ( $r=-0.469$ ,  $p=0.0028$ ) cuando se analiza la etapa 1. Para utilizar el incremento de la FC como posible indicador de la aptitud física y/o el entrenamiento, se propone un modelo matemático que clasifica al deportista en 3 grupos (Grupo 1:  $r=-0.5418$ ,  $p=0.0001$ ; Grupo 2:  $r=-0.6937$ ,  $p=0.0001$ ; Grupo 3:  $r=-0.4274$ ,  $p=0.0026$ ).

**Conclusiones:** Es necesario un incremento de 52,31±1,30 lpm en la primera etapa de la prueba ergométrica para obtener valores de VO<sub>2</sub>max que reflejen una óptima condición física y/o entrenamiento.

**Palabras clave:** Frecuencia cardíaca. Prueba ergométrica. Deportista recreativo.

### CO-24. Valoración médico-deportiva de aptitud en jugadores de fútbol con discapacidad intelectual

Barrios Pitarque C<sup>1</sup>, Lizondo V<sup>1</sup>, Pujadas E<sup>2</sup>, Pérez-Encinas C<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Clinica de Medicina del Deporte. Instituto de Investigación en Enfermedades Musculo-Esqueléticas. Universidad Católica de Valencia. Valencia.

**Introducción:** Planteamos una Valoración Médico-Deportiva de Aptitud para los componentes del Equipo de Fútbol de la Escuela de Discapitados Intelectuales del Levante U.D. realizada por un Médico

Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte con el apoyo de un DUE y un tutor.

**Material y métodos:** Realizamos 18 Valoraciones Médico-Deportivas. Tres de ellos no pudieron culminar una ergometría valorable. Todos los pacientes están afectados de una discapacidad intelectual leve o moderada (58,6% de media), de etiología desconocida (9) o conocida: Síndrome de Down (3), Síndrome de Lennox-Gastaut (2), Sufrimiento fetal perinatal (3) y Encefalopatía postparto (1). La valoración incluyó: Historia clínica; Antropometría básica; Exploración física; ECG basal de 12 derivaciones (MASON-LIKAR); Ergometría en tapiz rodante con monitorización de ECG de esfuerzo de 12 derivaciones y de Tensión arterial (Bruce); confección de informe y entrega de resultados. El ergómetro utilizado fue un tapiz H/P SATURN, de grandes dimensiones y con amplias medidas de seguridad.

**Resultados:** Ninguno de los jugadores refirió antecedentes cardiológicos de interés, ni signos o síntomas en reposo o en esfuerzo. Uno de los jugadores refirió antecedentes familiares de madre con miocardiopatía hipertrófica. Tres jugadores refirieron tomar tratamiento farmacológico habitual (Psicotrópicos) que podría afectar la respuesta cardiovascular al esfuerzo. BMI=25,0±4,9. Índice cintura/cadera medio: 0,93±0,05. La exploración física demostró gran heterogeneidad en cuanto a condición física general. El ECG basal fue compatible con la normalidad en todos los casos, teniendo en cuenta que algunos de los jugadores más activos presentan adaptaciones fisiológicas al ejercicio (bradicardia sinusal, voltajes altos, repolarización precoz). Uno de los jugadores presentó un intervalo PR de 112 ms, pero con un complejo QRS de amplitud normal y sin ningún otro parámetro alterado. Las 15 ergometrías valorables resultaron compatibles con la normalidad: FC máxima 172,8±11,3 (89,2% de la máxima previsible). Máxima FCxTAI: 24635; Máxima carga en METS: 12,5±2,6.

**Conclusiones:** La discapacidad intelectual leve-moderada (>50%) no impiden la práctica deportiva a nivel competitivo. Si bien algunos de ellos sólo alcanzaron un esfuerzo submáximo por dificultades de coordinación a la carrera (por ej. 2 de los 3 Down) a todos ellos se les consideró "aptos" para su práctica deportiva habitual.

**Palabras clave:** Discapacidad intelectual. Valoración médico-deportiva de actitud. Ergometría.

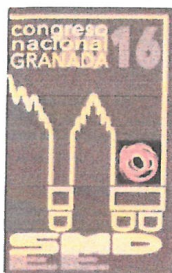
### CO-35. Estudio descriptivo de la masa ósea en adultos jóvenes con discapacidad intelectual jugadores de fútbol en deporte adaptado

Caplliure Llopis J<sup>1</sup>, Lizondo Cortés V<sup>1</sup>, Escrivá Peiró D<sup>2</sup>, Barrios Pitarque C<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Escuela de Doctorado. UCV. <sup>2</sup>Facultad de Enfermería. UCV. <sup>3</sup>Instituto de Investigación en Enfermedades Musculo-Esqueléticas. Universidad Católica de Valencia (UCV). Valencia.

**Introducción:** Se ha especulado sobre riesgo de osteoporosis que pueden padecer los sujetos con discapacidad intelectual, especialmente con Síndrome de Down (SD). La menor densidad mineral ósea en alguno de estos sujetos podría ser debida a sus hábitos de estilo de vida y comorbilidades, pero no estar relacionada con la discapacidad. No se ha descrito en la literatura la densidad mineral ósea (DMO) de discapacitados intelectuales enrolado en actividades deportivas a





23  
26  
noviembre – Hotel MA Nazaries

D. **CARLOS DE TERESA GALVÁN**, en su calidad de Vicepresidente del Comité Organizador del **16º CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MEDICINA DEL DEPORTE**,

CERTIFICA que:

La comunicación científica: **ESTUDIO DESCRIPTIVO DE LA MASA ÓSEA EN ADULTOS JÓVENES CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL JUGADORES DE FUTBOL EN DEPORTE ADAPTADO**

cuyos autores son: **CAPLLIURE LLOPIS J, LIZONDO CORTÉS V, ESCRIVÁ PEIRÓ D, BARRIOS PITARQUE C,**

ha sido presentada en el 16º CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MEDICINA DEL DEPORTE, celebrado en Granada los días 23 a 26 de noviembre de 2016.

Lo que certifico a los efectos oportunos en Granada a 26 de noviembre de 2016.



Sociedad Española de Medicina del Deporte  
Apdo. Correos 1207 Pampóna 31080  
Tel(34)948267706 Fax(34)948171431  
congresos@femede.es  
www.femede.es/congresodegranada2016

Secretaría Técnica  
Viajes El Corte Inglés SA IATA 76211733  
División Eventos Deportivos Teniente Borges 5. Sevilla 41002  
Tel(34)954506620 Fax(34)954224245  
sevilladeportes@viajeseci.es

deportes de equipo o choque, baloncesto o fútbol, los tratamientos con glucocorticosteroides ganan importancia.

**Palabras clave:** Antidopaje. Uso terapéutico. Deporte.

### CO-23. Relación del incremento de la frecuencia cardíaca y consumo máximo de oxígeno en prueba ergométrica

Franco J<sup>1</sup>, Mirabent D<sup>1</sup>, Ramos F<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Medicina del Deporte. Instituto Nacional de Rehabilitación. Ciudad de México. México. <sup>2</sup>Rehabilitación Cardíaca. Instituto Nacional de Rehabilitación. Ciudad de México. México.

**Introducción:** Es importante valorar los efectos del ejercicio en deportistas recreativos. Dos de los parámetros más utilizados para ello son: la frecuencia cardíaca (FC) y el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max). Que el deportista alcance su VO<sub>2</sub>max rápidamente ha sido reportado como una medida eficiente para evaluar el entrenamiento. En este trabajo, utilizando la relación anterior, se analizan los incrementos de la FC en las etapas de la prueba ergométrica.

**Material y métodos:** Participan 74 deportistas, se divide la muestra en 4 grupos de edad. Para el cálculo indirecto del VO<sub>2</sub>max se utilizan 6 modelos matemáticos, 3 utilizan la velocidad alcanzada por el deportista en la prueba y 3 utilizan edad, peso y FC. Se calcula la correlación entre el VO<sub>2</sub>max y los incrementos de la FC en el total de la muestra y por grupos de edad.

**Resultados:** Se miden los incrementos en la FC en las primeras 3 etapas de la prueba. Para la primera etapa se obtiene un incremento de 33,07±15,05 latidos por minuto (lpm), en la segunda etapa 30,99±15,50 lpm y en la tercera etapa 19,46±12,21 lpm. Sólo se encuentra correlación moderada ( $r=-0,35$ ,  $n=74$ ) con el VO<sub>2</sub>max y los incrementos de la FC en la etapa 1. Dividiendo la muestra en grupos por edad, en los modelos matemáticos que utilizan la velocidad, existe una correlación moderada ( $r=-0,469$ ,  $p=0,0028$ ) cuando se analiza la etapa 1. Para utilizar el incremento de la FC como posible indicador de la aptitud física y/o el entrenamiento, se propone un modelo matemático que clasifica al deportista en 3 grupos (Grupo 1:  $r=-0,5418$ ,  $p=0,0001$ ; Grupo 2:  $r=-0,6937$ ,  $p=0,0001$ ; Grupo 3:  $r=-0,4274$ ,  $p=0,0026$ ).

**Conclusiones:** Es necesario un incremento de 52,31±1,30 lpm en la primera etapa de la prueba ergométrica para obtener valores de VO<sub>2</sub>max que reflejen una óptima condición física y/o entrenamiento.

**Palabras clave:** Frecuencia cardíaca. Prueba ergométrica. Deportista recreativo.

### CO-33. Valoración médico-deportiva de aptitud en jugadores de fútbol con discapacidad intelectual

Barrios Pitarque C<sup>1</sup>, Lizondo V<sup>1</sup>, Pujadas E<sup>2</sup>, Pérez-Encinas C<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Clinica de Medicina del Deporte. <sup>2</sup>Instituto de Investigación en Enfermedades Musculo-Esqueléticas. Universidad Católica de Valencia.

**Introducción:** Planteamos una Valoración Médico-Deportiva de Aptitud para los componentes del Equipo de Fútbol de la Escuela de Discapacitados Intelectuales del Levante U.D. realizada por un Médico

Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte con el apoyo de un DUE y un tutor.

**Material y métodos:** Realizamos 18 Valoraciones Médico-Deportivas. Tres de ellos no pudieron culminar una ergometría valorable. Todos los pacientes están afectados de una discapacidad intelectual leve o moderada (58,6% de media), de etiología desconocida (9) o conocida: Síndrome de Down (3), Síndrome de Lennox-Gastaut (2), Sufrimiento fetal perinatal (3) y Encefalopatía postparto (1). La valoración incluyó: Historia clínica; Antropometría básica; Exploración física; ECG basal de 12 derivaciones (MASON-LIKAR); Ergometría en tapiz rodante con monitorización de ECG de esfuerzo de 12 derivaciones y de Tensión arterial (Bruce); confección de informe y entrega de resultados. El ergómetro utilizado fue un tapiz H/P SATURN, de grandes dimensiones y con amplias medidas de seguridad.

**Resultados:** Ninguno de los jugadores refirió antecedentes cardiológicos de interés, ni signos o síntomas en reposo o en esfuerzo. Uno de los jugadores refirió antecedentes familiares de madre con miocardiopatía hipertrófica. Tres jugadores refirieron tomar tratamiento farmacológico habitual (Psicotrópicos) que podría afectar la respuesta cardiovascular al esfuerzo. BMI=25,0±4,9. Índice cintura/cadera medio: 0,93±0,05. La exploración física demostró gran heterogeneidad en cuanto a condición física general. El ECG basal fue compatible con la normalidad en todos los casos, teniendo en cuenta que algunos de los jugadores más activos presentan adaptaciones fisiológicas al ejercicio (bradicardia sinusal, voltajes altos, repolarización precoz). Uno de los jugadores presentó un intervalo PR de 112 ms, pero con un complejo QRS de amplitud normal y sin ningún otro parámetro alterado. Las 15 ergometrías valorables resultaron compatibles con la normalidad: FC máxima 172,8±11,3 (89,2% de la máxima previsible). Máxima FCxTAl: 24635; Máxima carga en METS: 12,5±2,6.

**Conclusiones:** La discapacidad intelectual leve-moderada (>50%) no impiden la práctica deportiva a nivel competitivo: Si bien algunos de ellos sólo alcanzaron un esfuerzo submáximo por dificultades de coordinación a la carrera (por ej. 2 de los 3 Down) a todos ellos se les consideró "aptos" para su práctica deportiva habitual.

**Palabras clave:** Discapacidad intelectual. Valoración médico-deportiva de actitud. Ergometría.

### CO-35. Estudio descriptivo de la masa ósea en adultos jóvenes con discapacidad intelectual jugadores de fútbol en deporte adaptado

Caplliure Llopis J<sup>1</sup>, Lizondo Cortés V<sup>1</sup>, Escrivá Peiró D<sup>2</sup>, Barrios Pitarque C<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Escuela de Doctorado. UCV. <sup>2</sup>Facultad de Enfermería. UCV. <sup>3</sup>Instituto de Investigación en Enfermedades Musculo-Esqueléticas. Universidad Católica de Valencia (UCV). Valencia.

**Introducción:** Se ha especulado sobre riesgo de osteoporosis que pueden padecer los sujetos con discapacidad intelectual, especialmente con Síndrome de Down (SD). La menor densidad mineral ósea en alguno de estos sujetos podría ser debida a sus hábitos de estilo de vida y comorbilidades, pero no estar relacionada con la discapacidad. No se ha descrito en la literatura la densidad mineral ósea (DMO) de discapacitados intelectuales enrolado en actividades deportivas a



El Comité Organizador del  
**XVII CONGRESO INTERNACIONAL DE LA  
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MEDICINA DEL DEPORTE**

## **CERTIFICA QUE**

la **COMUNICACIÓN CIENTÍFICA** de título

Mejor calidad ósea en deportistas de nivel competitivo no profesional que en deportistas de ocio. Estudio transversal de futbolistas y triatletas

cuyos **AUTORES** son

Caplliure J, García MT, Escrivá D, Lizondo V, Mariscal G, Barrios C.

ha sido presentada en el **XVII CONGRESO  
INTERNACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE  
MEDICINA DEL DEPORTE**, celebrado los días 29 y 30 de  
noviembre y 1 de diciembre de 2018, en el Hotel Beatriz  
Toledo Auditorium de Toledo.

  
El presidente del Comité Organizador  
**Dr. D. Pedro Manonelles**



